

**JÄÄHARJOITTELUN VIIKOITTAINEN, PÄIVITTÄINEN JA
PELIPAIKKAKOHTAINEN KUORMITTAVUUS KANSAINVÄLISEN TASON
JUNIORIJÄÄKIEKKOILJOILLA**

Miika Martiskainen

Valmennus- ja testausopin pro gradu -tutkielma

Liikuntatieteellinen tiedekunta

Jyväskylän yliopisto

Kevät 2024

TIIVISTELMÄ

Martiskainen, M. 2024. Jääharjoittelun viikoittainen, päivittäinen ja pelipaikkakohtainen kuormittavuus kansainvälisen tason juniorijääkiekkoilijoilla. Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, valmennus- ja testausopin pro gradu -tutkielma, 76 s., 2 liitettä.

Harjoituskuormituksen seuranta on käytännöllinen apuväline joukkuelajien päivittäisessä valmennuksessa. Jääkiekon jääharjoittelun kuormittavuutta koskeva tutkimustieto on vähäistä, minkä vuoksi kuormittavuuden kannalta keskeiset tekijät ovat epäselviä. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli mitata jääharjoittelun päivittäistä, viikoittaista, sekä pelipaikkakohtaista ulkoista ja sisäistä kuormitusta kansainvälisen tason miespuolisilla juniorijääkiekkoilijoilla. Lisäksi tarkoituksena oli selvittää ulkoisen ja sisäisen kuormituksen välistä yhteyttä.

Tutkittavat edustivat 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) -maajoukkueita. Jääharjoittelun ulkoista kuormitusta mitattiin lähipaikkannusjärjestelmän avulla kerättyjen kuormitusmuuttujien (kokonaismatka, kiihdytysten ja jarrutusten määrä, korkeaintensiteettisten kiihdytysten ja jarrutusten määrä, sekä eri nopeusalueilla luisteltu matka), ja sisäistä kuormitusta syke-seurantajärjestelmällä mitattujen kuormitusmuuttujien (keskisyke, TRIMP, TRIMP/min, sekä eri sykealueilla vietetty suhteellinen aika) ja koetun kuormittavuuden (sRPE) avulla. Lisäksi tarkasteltiin koettua palautumista TQRS-palautumiskyselyn avulla, sekä hermolihasjärjestelmän väsymystä luisteluspriintimittausten avulla.

Puolustajille U17-joukkueessa kertyi enemmän luistelun kokonaismatkaa ($p < 0,001$), sekä luistelumatkaa kolmella hitaimmalla nopeusalueella, ja hyökkääjille enemmän matkaa toiseksi korkeimmalla ($p < 0,01$) ja korkeimmalla ($p < 0,001$) nopeusalueella. Vastaavasti U18-joukkueella hyökkääjille kertyi enemmän jarrutuksia ($p < 0,05$) ja matkaa kahdella nopeimmalla nopeusalueella ($p < 0,001$), kun taas puolustajille kertyi enemmän matkaa hitaimmalla ($p < 0,05$) ja toiseksi hitaimmalla ($p < 0,01$) nopeusalueella. Kummallakaan joukkueella ei ollut eroja sisäisessä kuormituksessa. Luistelumatka ($r = 0,41$; $p < 0,05$) ja kiihdytykset ($r = 0,42$; $p < 0,05$) olivat yhteydessä keskisykkeen kanssa, jonka lisäksi luistelumatka korreloi TRIMP:n kanssa sekä yksittäisen harjoituksen tasolla ($r = 0,41$; $p < 0,05$) että viikkotasolla ($r = 0,43$; $p < 0,05$) U17-joukkueella. U18-joukkueella havaittiin yhteys luistelumatkan ja 60–70 % HR_{max} sykealueen ($r = -0,42$; $p < 0,05$), sekä luistelumatkan ja sykealue 80–90 % HR_{max} sykealueen välillä kohtalainen yhteys ($r = 0,42$; $p < 0,05$). Tässä opinnäytetyössä tehdyt havainnot osoittavat sen, että jääharjoittelun kuormittavuudessa on pelipaikkakohtaisia eroja, mitkä tulisi ottaa huomioon harjoittelun suunnittelussa. Ulkoisen kuormituksen muuttujista luistelun kokonaismatka vaikuttaisi olevan sellainen tekijä, jota säätelämällä pystytään vaikuttamaan jääharjoittelun kuormittavuuteen. Lisäksi oli viitteitä siitä, että jarrutusten ja korkeaintensiteettisen luistelun määrällä on yhteys sisäiseen kuormitukseen. Tulokset ovat suuntaa antavia, ja niitä voidaan hyödyntää käytännön valmennuksessa jääharjoittelun kuormittavuuden ohjelmoinnissa.

Asiasanat: jääkiekko, jääharjoittelu, kuormittavuus, ulkoisen ja sisäisen kuormituksen yhteys.

ABSTRACT

Martiskainen, M. 2024. Weekly, daily, and positional on-ice training load in international level male junior ice hockey players. Faculty of Sport and Health Sciences, University of Jyväskylä, Master's Thesis in Science of Sports Coaching and Fitness Testing, 76 pp., 2 appendices.

Training load monitoring is practical tool for coaching in team sports. There is paucity in previous literature regarding on-ice training in ice hockey. Consequently, essential factors affecting on-ice training load remain unclear. Objective of this thesis was to monitor weekly, daily, and positional on-ice training load in international level junior ice hockey players. Additionally, aim was to investigate relationship between external and internal training load.

Participants represented U18 (n = 29, 4 goalkeepers, 10 defensemen, and 15 forwards) and U17 (n = 29, 4 goalkeepers, 10 defensemen, and 15 forwards) Finnish junior national teams. On-ice external training load was monitored with local positioning system -derived variables (total distance, number of total accelerations and decelerations and high-intensity accelerations and decelerations, and skating distance in different speed zones), and internal on-ice training load with heart rate (HR) -derived variables (average HR, TRIMP, TRIMP/min, and time spent in different HR zones), and sRPE. Additionally, perceived recovery was monitored with TQRS questionnaire, and neuromuscular fatigue with skating sprint measurements.

When compared to forwards, U17 defensemen accumulated more total distance ($p < 0,001$) and distance in slowest three speed zones. Conversely, forwards skated more in second highest ($p < 0,01$) and highest ($p < 0,001$) speed zones. U18 forwards accumulated more decelerations ($p < 0,05$) and distance in two of the highest speed zones ($p < 0,001$), whereas defensemen covered more distance in slowest ($p < 0,05$) and second slowest ($p < 0,01$) speed zones. No positional differences were found in internal training load. Relationship between total distance and average HR ($r = 0,41$; $p < 0,05$), and between accelerations and average HR ($r = 0,42$; $p < 0,05$) was found with U17 team, in addition to relationship between TRIMP and total distance in both sessional ($r = 0,41$; $p < 0,05$) and weekly levels ($r = 0,43$; $p < 0,05$). U18 team demonstrated relationship between total distance and relative time spent in HR zone 2 (60–70 % HR_{max}) ($r = -0,42$; $p < 0,05$), and moderate relationship between relative time spent in HR zone 4 (80–90 % HR_{max}) ($r = 0,42$; $p < 0,05$). Findings in this thesis demonstrated that there are differences in on-ice training load between forwards and defensemen, which should be noticed in training design and implementation. Total skating distance seems to be a factor that affects internal training load, and which could be adjusted to moderate on-ice training load in ice hockey. Moreover, there was indications that amount of decelerations and high-intensity skating are factors that affect on internal training load. Findings from this thesis can be considered as guiding, and to be further used in on-ice training load programming and practical ice hockey coaching.

Key words: ice hockey, on-ice training, training load, external-internal training load relationship.

KÄYTETYT LYHENTEET

AHL	american hockey league
AU	arbitrary units, mielivaltainen yksikkö
GPS	global positioning system, maailmanlaajuinen paikannusjärjestelmä
LPS	local positioning system, lähipaikannusjärjestelmä
NCAA	national collegiate athletic association
NHL	national hockey league
OIL	on-ice load, kiihtyvyyssanturidatasta määritetty jääharjoituksen/pelin kokonaiskuormitus
PL	playerload, kiihtyvyyssanturidatasta määritetty jääharjoituksen/pelin kokonaiskuormitus
sRPE	sessional rating of perceived exertion, harjoitussession koettu kuormittavuus
RSA	repeated sprint ability, intervallityyppinen toistuvien sprinttien suorituskyky
VO ₂ max	maksimaalinen hapenottokyky
TL	training load, harjoituskuormitus
TQRS	total quality of recovery scale, kysely koetusta palautumisesta
TRIMP	training impulse, sykkeestä laskettu kuormituksen rasituskertymä
% HR _{max}	syke suhteessa maksimisykkeeseen

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1 JOHDANTO.....	1
2 FYYSISET VAATIMUKSET JÄÄKIEKOSSA.....	3
3 JÄÄ- JA FYSIIKKAHARJOITTELU.....	6
3.1 Kauden rakenne harjoittelun näkökulmasta	6
3.2 Jää- ja fysiikkaharjoittelun tavoitteet.....	8
4 KUORMITTAVUUDEN MONITOROINTI.....	10
4.1 Kuormituksen mittaaminen	10
4.2 Ulkoinen kuormitus	12
4.3 Sisäinen kuormitus	15
4.3.1 sRPE	17
4.3.2 Sykkeeseen perustuvat kuormitusmuuttujat	18
5 JÄÄKIEKON KUORMITTAVUUS PELEISSÄ JA JÄÄHARJOITUKSISSA	20
5.1 Pelien kuormittavuus	20
5.1.1 Pelien ulkoinen kuormitus	20
5.1.2 Pelien sisäinen kuormitus	23
5.2 Jääharjoittelun kuormittavuus.....	25
5.2.1 Jääharjoittelun viikko- ja päiväkohtainen kuormitus.....	26
5.2.2 Jääharjoittelun kuormitus suhteessa peleihin	28
5.2.3 Jääharjoittelun pelipaikkakohtainen kuormitus	28
5.3 Sisäisen ja ulkoisen kuormituksen välinen yhteys jääkiekossa	29
6 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA HYPOTEESIT	31

7 TUTKIMUSMENETELMÄT	33
7.1 Tutkittavat.....	33
7.2 Tutkimusasetelma.....	34
7.3 Mittausmenetelmät	34
7.3.1 Ulkoinen kuormitus	35
7.3.2 Sisäinen kuormitus	37
7.3.3 Suorituskykytestaus	39
7.3.4 Hermolihasjärjestelmän väsymys	40
7.4 Tilastollinen analyysi.....	40
8 TULOKSET.....	42
8.1 Pelipaikkakohtainen kuormittavuus	46
8.2 Ulkoisen ja sisäisen kuormituksen välinen yhteys	53
8.3 Koettu palautuminen ja hermolihasjärjestelmän väsymys	58
9 POHDINTA.....	60
LÄHTEET	68

LIITTEET

Liite 1: CR-10 RPE taulukko.

Liite 2: TQRS palautumiskysely.

1 JOHDANTO

Jääkiekko on korkeaintensiteettinen intervallityyppinen laji (Douglas & Kennedy 2018), jossa lajisuoritus sisältää paljon räjähtäviä suorituksia (Douglas ym. 2019), korkeaintensiteettistä luistelua, kamppailua, sekä teknistä ja taktista lajitaitoa vaativia suorituksia (Lignell ym. 2018). Pelaajan fyysinen kapasiteetti tulee olla monipuolinen yhdistelmä lajitaitoja, voimaa, nopeutta, liikkuvuutta ja kykyä suoriutua toistuvista intensiivistä työjaksoista ja palautua niiden välillä (Neeld 2018). Vastatakseen lajin fyysisiin vaatimuksiin fysiikkaharjoittelun painopisteet vaihtelevat kauden vaiheen mukaan, sillä kilpailukauden aikana tiivis ottelukalenteri ja jääharjoittelun suuri määrä vievät tilaa fyysisen suorituskyvyn harjoittamiselta (Nightingale & Douglas 2018). Tämän vuoksi painopiste fyysisen suorituskyvyn kehittämiseksi on harjoituskauden aikana, jolloin harjoitusohjelmassa on sille enemmän tilaa (Nightingale 2014).

Kilpailukauden aikana jäällä tapahtuvan harjoittelun ja otteluiden määrä on suuri, joten tällöin jääharjoittelun kuormittavuutta tulisi pystyä säätelemään siten, että harjoittelu on riittävän kuormittavaa, mutta ei aiheuta ylikuormitusta. Tämä on mahdollista harjoittelun ja urheilijoiden suorituskyvyn monitoroinnin avulla, mikä on parhaimmillaan käytännöllinen valmennuksen menetelmä harjoittelun kuormittavuuden ja palautumisen seurannassa (Burgess 2011; Troester ym. 2019). Onnistunut harjoituskuormituksen mittaaminen ja monitorointi voi siis johtaa parempaan suorituskykyyn joukkueurheilussa, johtuen mm. lisääntyneestä ymmärryksestä koskien harjoittelun ja pelien asettaman kuorman sietokykyä (Svilar ym. 2018).

Kuormituksen mittaamisen kannalta kuormitus voidaan jakaa ulkoiseen ja sisäiseen kuormitukseen. Ulkoisella kuormituksella tarkoitetaan urheilijan suorittamaa mekaanista työtä, ja sitä voidaan mitata joukkueurheilussa mm. paikannusjärjestelmien avulla (Burgess 2017). Sisäisellä kuormituksella tarkoitetaan suhteellista psykologista ja fysiologista vastetta ulkoiselle kuormitukselle (Burgess 2017; McLaren ym. 2017). Joukkueurheilussa sitä on tavallisesti mitattu käyttäen koettua kuormittavuutta sekä erilaisia sykkeestä johdettuja kuormitusmuuttujia (Burgess 2017). Ulkoisen ja sisäisen kuormituksen välisen yhteyden tutkiminen mahdollistaa kuormituksen kannalta keskeisten tekijöiden selvittämisen, jolloin näitä tekijöitä säätelemällä harjoituksen kuormittavuutta saadaan ohjattua haluttuun suuntaan (McLaren ym. 2017).

Jääharjoittelun päivittäistä ja harjoituskohtaista (Allard ym. 2020; Rago ym. 2021), viikoittaista (Allard ym. 2020; Bigg ym. 2021a; Bigg ym. 2021b; Rago ym. 2021), sekä pelipaikkakohtaista kuormitusta (Allard ym. 2020; Bigg ym. 2021a; Bigg ym. 2021b; Douglas ym. 2019; Rago ym. 2023) on aiemmin tutkittu jonkin verran. Päivä- ja viikkokohtainen kuormitus on suhteellisen tasaista (Allard ym. 2020; Rago ym. 2021), mutta vaihtelee jossain määrin kauden vaiheeseen (Bigg ym. 2021a; Bigg ym. 2021b) sekä viikoittaisten pelien lukumäärän mukaan (Allard ym. 2020; Bigg ym. 2021a; Bigg ym. 2021b). Sekä sisäinen että ulkoinen kuormitus vaihtelee paljon yksilöittäin, ja vaikuttaisi olevan riippuvaista yksilöllisistä tekijöistä, kuten pelityylistä (Rago ym. 2021). Kuormituksen pelipaikkakohtaiset erot aiemmissa tutkimuksissa ovat ristiriitaisia, sillä ulkoinen kuormitus vaikuttaisi olevan erityisesti intensiteetin suhteen puolustajilla suurempaa kuin hyökkääjillä (Allard ym. 2020; Rago ym. 2023), mutta sisäinen kuormitus on ollut suurempaa hyökkääjillä (Bigg ym. 2021a; Douglas ym. 2019). Sisäisen ja ulkoisen kuormituksen välistä yhteyttä jääkiekossa koskeva tutkimustieto on vähäistä, ja tiettävästi vain Rago ym. (2022) on tutkinut sisäisen ja ulkoisen kuormituksen välistä yhteyttä jääharjoittelussa. Tulosten mukaan kiihdytysten ja jarrutusten kokonaismäärä sekä korkeaintensiteettisten kiihdytysten ja jarrutusten määrä on yhteydessä jääharjoittelun sisäiseen kuormitukseen. Otteluissa korkeaintensiteettisen luistelun määrä, luisteltu kokonaismatka (Rantanen 2020) ja korkeaintensiteettisten suoritusten määrä minuuttia kohden olivat yhteydessä sisäiseen kuormitukseen (Vigh-Larsen ym. 2020a).

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa tietoa akuutista, viikoittaisesta ja pelipaikkakohtaisesta jääharjoittelun kuormittavuudesta kansainvälisen tason juniorijääkiekkoilijoilla. Tähän pyritään mittaamalla jääharjoittelun ulkoista ja sisäistä kuormitusta lähipaikannusjärjestelmän, syke seurannan sekä subjektiivisten kyselyjen avulla. Lisäksi pyritään selvittämään sisäisen ja ulkoisen kuormituksen yhteyttä, jonka avulla pystyttäisiin tunnistamaan kuormituksen säätelyn kannalta keskeisiä tekijöitä. Jääharjoittelun sisäistä ja ulkoista kuormitusta koskevaa tutkimustietoa on hyvin vähän, joten tämä opinnäytetyö pyrkii tuomaan uutta aiheeseen liittyvää tietoa. Jääharjoittelun kuormittavuuden ohjelmoinnilla pystytään optimoimaan joukkueen harjoittelua, ja näin ollen fyysistä suorituskykyä. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa käytännön jääkiekkovalmennukselle arvokasta tietoa jääharjoittelun suunnittelemisen tueksi.

2 FYYSISET VAATIMUKSET JÄÄKIEKOSSA

Jääkiekko on intervallityyppinen laji, jolle on tyypillistä toistuvat korkeaintensiteettiset työjaksot (Nightingale & Douglas 2018). Jääkiekko-ottelu koostuu kolmesta 20 minuutin mittaisesta erästä (IIHF 2022), jossa on tyypillisesti 15–20 n. 30–90 sekunnin mittaista vaihtoa eli työjaksoa, joita seuraa n. 2–5 minuutin palautus ennen seuraavaa vaihtoa (Nightingale & Douglas 2018). Vaihdon aikana työ-leposuhde on keskimäärin 1:1,6, mutta koko ottelun mitassa (peli-aika jäällä suhteessa vaihtopenkillä vietettyyn aikaan) vastaavasti 1:3,7 (Jackson ym. 2016). Jääkiekon pelialueena toimii kaukalo, jonka pituus on kansainvälisen jääkiekkoliiton (International Ice Hockey Federation, IIHF) sääntökirjan mukaan 60 metriä pitkä ja 25–30 metriä leveä (IIHF 2022). Lajisuoritus sisältää paljon korkeaintensiteettistä luistelua, suunnanmuutoksia, kamppailupelaamista sekä teknistä ja taktista lajitaitoa vaativia suorituksia (Lignell ym. 2018). Peli on luonteeltaan erittäin korkeaintensiteettistä, sillä räjähtäviä suorituksia, kuten kiihdytyksiä tai suunnanmuutoksia, on yksittäisen vaihdon aikana useita, ja pelin aikana räjähtävien suoritusten määrän keskiarvo on yli 300 (Douglas ym. 2019).

Vastatakseen pelin vaatimuksiin jääkiekkoilijalta vaaditaan monipuolinen fyysisten ominaisuuksien profiili (Vigh-Larsen ym. 2019). Lajitaitojen lisäksi pelaajan fyysinen suorituskyky tulee olla yhdistelmä voimaa, nopeutta, liikkuvuutta, sekä kykyä suorittaa toistuvia intensiivisiä työjaksoja ja palautua niiden välillä (Neeld 2018). Keskeisiä ominaisuuksia ovat nopeus, maksimivoima sekä erityisesti alaraajojen kyky tuottaa suurta tehoa. Hyvä lonkkanivelen liikkuvuus, sekä keskivartalon ja lonkkaa ympäröivien lihasten kontrolli mahdollistavat hyvän luistelutekniikan. (Tiikkaja ym. 2016) Luistelua voidaankin pitää jääkiekkoilijan keskeisimpänä lajitaitona. Luistelun aikana voimaa tuotetaan myös lateraaliseen ja diagonaaliseen suuntaan, joten jääkiekkoilijalta vaaditaan lonkan loitontajien ja lähentäjien kykyä tuottaa voimaa ja tehoa (Nightingale & Douglas 2018). Lisäksi lajisuorituksen aikana tapahtuu paljon ylävartaloa kiertäviä liikkeitä, ja erityisesti laukauksessa kiertoliike tehdään nopeasti ja tuottaen voimaa (Neeld 2018).

Tutkimuksissa on havaittu, että nopeus- ja voimaominaisuudet ovat yhteydessä luistelusuorituskykyyn. Vertikaalihyppy, juoksunopeus, Wingate-testin väsymisindeksi ja yhden mailin

juoksuaika ennustivat parhaiten luistelusuorituskykyä testissä, joka mittaa luistelun nopeutta, ketteryyttä ja anaerobista suorituskykyä (Janot ym. 2015). Juoksunopeus, esikevennyshypyn nousukorkeus (Haukali & Tjelta 2015), sekä lateraalinen yhden jalan loikka (Krause ym. 2012) ovat tutkimuksissa olleet yhteydessä suoran luistelun nopeuteen. Nopeus- ja voimaominaisuuksien merkitys kasvaa pelaajien tason myötä, sillä korkeammalla tasolla pelaavat saavat parempia tuloksia nopeus-, teho-, sekä maksimivoimatesteissä (Neeld 2018; Vigh-Larsen ym. 2019), sekä suoriutuvat paremmin nopeus- ja suunnanmuutoskykytesteissä jäällä (Vigh-Larsen ym. 2019; Vigh-Larsen ym. 2020b).

Kestävyys suorituskyvyn näkökulmasta jääkiekko on intervallilaji, jossa pelaajalta vaaditaan hyvää toistuvien sprinttien suorituskykyä (repeated sprint ability, RSA), eli kykyä suorittaa useita sprinttejä anaerobisella teholla ja palautua niiden välissä (Neeld 2018). Ottelun aikana luistellaan n. 4–5 kilometriä, josta puolet on korkeaintensiteettistä luistelua, joten on keskeistä, että jääkiekkoilijalla on korkea aerobinen ja anaerobinen kapasiteetti (Lignell ym. 2018). Anaerobisen suorituskyvyn merkitys korostuu varsinaisten työjaksojen aikana, sillä yksittäinen vaihto sisältää kamppailua, korkean intensiteetin luistelua ja toistuvia tehokkaita suorituksia, kuten kiihdytyksiä, laukauksia ja suunnanmuutoksia (Tiikkaja ym. 2016). Aerobinen kapasiteetti puolestaan on tärkeä siksi, että se vaikuttaa energianlähteiden palautumiseen anaerobisella teholla tehtävien suoritusten välissä (Neeld 2018). Yleisesti ottaen korkea aerobinen kapasiteetti myös edesauttaa palautumista harjoitusten ja pelien välillä, ja näin ollen mahdollistaa suuren harjoitus- ja pelikuorman kestämisen (Tiikkaja ym. 2016).

Jääkiekon eliittitasolla NHL-pelaajien (National Hockey League) maksimaalinen hapenotto-kyky ($VO_2\max$) oli $58,8 \pm 0,9$ ml/kg/min (Lignell ym. 2018). Ferland ym. (2021) totesivat Pohjois-Amerikkalaisten huippusarjojen pelaajien aerobista kapasiteettia koskevassa tutkimuksessaan, että pelaajalta vaaditaan n. 56 ml/kg/min $VO_2\max$ pelatakseen Pohjois-Amerikan kovatasoisimmissa sarjoissa. Maksimaalisesta luistelu hapenotto-kykytestistä määritetty lajispesifi hapenoton huippu ($VO_2\text{peak}$) oli yhteydessä väsymiseen RSA-luistelutestissä, mikä viittaa siihen, että korkeamman aerobisen kapasiteetin omaavat pelaajat pystyvät vastustamaan väsymystä pitkempään RSA-tyyppisessä kuormituksessa (Peterson ym. 2015). Stanula ym. (2014) tekivät saman havainnon tutkimuksessaan, jossa maksimaalisesta polkupyöräergometritestistä määritetty $VO_2\max$ korreloi negatiivisesti RSA-luistelutestin väsymisindeksin kanssa. Toisaalta Ferland

ym. (2021) eivät havainneet merkittäviä eroja NHL-pelaajien ja alemman tason ammattisarjojen pelaajien maksimaalisen aerobisen kapasiteetin välillä. Aerobinen kapasiteetti ei siis ole suorituskykyä määrittelevä tekijä, kun tietty hapenottokyvyn ”vähimmäistaso” on saavutettu. Sen sijaan RSA kokonaisuudessaan eli kyky suorittaa toistuvasti korkeaintensiteettisiä työjaksoja ja palautua niiden välillä mahdollisimman hyvin, erottelee eritasoiset pelaajat toisistaan (Vigh-Larsen ym. 2020b; Vigh-Larsen ym. 2019). Aerobisen kapasiteetin lisäksi jääkiekkoilijalta vaaditaan siis muita ominaisuuksia, kuten nopeaa fosfokreatiinin uudelleenmuodostusta, tehokasta lihasten puskurointikykyä sekä liikkeen taloudellisuutta, jotka vaikuttavat keskeisesti suorituskykyyn RSA-tyyppisessä kuormituksessa (Neeld 2018).

3 JÄÄ- JA FYSIKKAHARJOITTELU

3.1 Kauden rakenne harjoittelun näkökulmasta

Jääkiekkokaudella tarkoitetaan ajanjaksoa, joka alkaa harjoittelukaudella edellisen kauden kilpailullisten pelien päätyttyä ja kestää tulevan kilpailukauden kilpailullisten pelien loppuun asti. Jääkiekkokausi voidaan jakaa harjoittelun näkökulmasta toisistaan selkeästi erotettaviin harjoittelukauteen (off-season) ja kilpailukauteen (in-season). Kilpailukausi voidaan vielä jakaa valmistavaan kauteen (pre-season) sekä varsinaiseen kilpailukauteen, joka katsotaan alkavan runkosarjan alkaessa. (Neeld 2018; Nightingale & Douglas 2018) Harjoittelukauden aikana painopiste on taito- ja fysiikkaharjoittelussa, mutta valmistavan kauden alkaessa joukkue aloittaa jääharjoittelun joukkueena ja pelaa harjoituspelejä ennen varsinaisen kilpailullisen sarjan alkamista, joten harjoittelun painopiste siirtyy jääharjoitteluun (Nightingale 2014). Kauden rakenne fysiikkaharjoittelun näkökulmasta ammattilaistasolla on esitelty kuvassa 1, jossa kauden eri vaiheet on esitelty seuraavassa järjestyksessä: harjoittelukausi, kilpailukausi, sekä kevyt jakso kilpailukauden päätyttyä.

Kuukausi	Kesäkuu – Elokuu					Syyskuu – Huhtikuu					Toukokuu
Kauden vaihe	Harjoittelukausi					Kilpailukausi					Lepo
Harjoittelun vaihe	Kestävyys, maksimivoima, teho					Ylläpito					Palautuminen
Painopiste	HT	MV	K	MT	K	Voiman- ja tehontuottokyvyn ylläpitäminen					VO ₂ ylläpito
Kesto (vko)	3	4	1	4	1	35					4

KUVA 1. Kauden rakenne fysiikkaharjoittelun näkökulmasta. Mukailtu (Nightingale 2014). HT = hypertrofia; MK = maksimivoima; K = kevennys; MT = maksimiteho.

Harjoittelukauden aikana jäällä tapahtuvan harjoittelun määrä on pienempää, ja harjoittelun fokus on yksilön lajitaitojen ja suorituskyvyn kehittämisessä. Harjoittelukausi tarjoaa siis parhaan

ikkunan fyysisen suorituskyvyn kehittymiselle, koska harjoitusohjelmassa on sille enemmän tilaa. (Nightingale & Douglas 2018) Tämän vuoksi harjoittelun yksi keskeisimmistä tavoitteista harjoittelukauden aikana on fyysisten pohjaominaisuuksien, kuten nopeuden, kestävyuden ja voiman kehittäminen (Nightingale 2014). Harjoittelukautta edeltää yleensä fyysisesti kevyt vaihe, joka mahdollistaa pelaajien levon, kuntoutuksen, sekä henkisen ja fyysisen palautumisen menneestä kaudesta (Nightingale & Douglas 2018). Harjoittelukauden ensimmäisillä sykleillä pyritään kehittämään pelaajien aerobista suorituskykyä, lihassmassan määrää sekä voimatasoja. Keskivaiheilla harjoittelun painopiste on voiman- ja tehontuottokyvyn kehittämisessä, ja harjoittelukauden loppua kohden painopiste siirtyy nopeuden, tehontuottokyvyn ja anaerobisen kapasiteetin harjoittamiseen. (Neeld 2018) Esimerkki harjoittelukauden rakenteesta ja harjoitus- sykliä tavoitteista on esitelty kuvassa 2.

Harjoittelukauden rakenne ja tavoitteet					
	Vaihe 1	Vaihe 2	Vaihe 3	Vaihe 4	Vaihe 5
Tavoitteet	1. anatomiset adaptaatiot	1. Voima	1. Teho	1. Nopeus	1. Anaerobinen kapasiteetti
	2. I-tyypin lihassolujen hypertrofia	2. Alaktinen teho	2. Voima	2. Teho	2. Nopeus
	3. Aerobinen suorituskyky	3. Anaerobinen kynnys	3. Alaktinen teho	3. Voima	3. Teho
		4. Aerobinen suorituskyky	4. Alaktinen kapasiteetti	4. Alaktinen kapasiteetti	4. Voima
			5. Aerobisen suorituskyvyn ylläpito	5. Aerobisen suorituskyvyn ylläpito	5. Aerobisen suorituskyvyn ylläpito
Kesto	3 viikkoa	3 viikkoa	3 viikkoa	3 viikkoa	2 viikkoa
Intensiteetti (%1RM)	50–70	70–90	80–95	80–95	50–80
Työsarjat/liike	3–5	4–7	4–7	4–7	3–9
Lepojakson pituus	30–60 sekuntia	60–90 sekuntia	60–90 sekuntia	60–90 sekuntia	30–90 sekuntia

KUVA 2. Harjoittelukauden rakenne. Mukailtu (Neeld 2018).

Kilpailukauden alkaessa jääharjoittelu priorisoidaan tärkeämmäksi kuin fysiikkaharjoittelu, joten fysiikkaharjoittelun volyyymiä ja kuormittavuutta on laskettava (Neeld 2018). Toisaalta fysiikkaharjoittelun kuormittavuutta voidaan pitää myös korkeammalla, mikä mahdollistaa korkeamman fyysisen suorituskyvyn kauden loppuvaiheessa, vaikkakin tämä riskeeraa jääharjoit-

telun laadun ja suorituskyvyn peleissä kauden alkuvaiheissa (Tiikkaja ym. 2016). Tätä harjoittelun painopisteen muutosta voidaan selittää jääharjoittelun ja pelien suurella määrällä, mikä lisää kokonaisuormitusta huomattavasti (Nightingale 2014). Allardin ym. (2020) tutkimuksessa American Hockey League (AHL) -joukkueella oli 28 viikkoa kestäneen kauden aikana viikoittain keskimäärin $2,71 \pm 0,60$ peliä, $2,28 \pm 0,93$ jääharjoitusta, sekä $1,30 \pm 0,72$ pelipäivän aamujääharjoitusta. Lisäksi kauden aikana oli kymmeniä yksilöharjoituksia, jotka koostuivat mm. loukkaantuneiden pelaajien harjoituksista sekä yksilöllisistä taitoharjoituksista. (Allard ym. 2020) Tyypillinen kilpailukauden aikainen ammattijääkiekkajoukkueen harjoitusviikko on esitelty kuvassa 3 (Rago et al. 2021). Vaikka harjoittelun painopiste siirtyykin lajiharjoitteluun, fyysisen suorituskyvyn keskeisimmät ominaisuudet pyritään ylläpitämään mahdollisimman korkealla tasolla ammattilaistason jääkiekossa (Nightingale & Douglas 2018). Varsinkin juniorijääkiekossa on kuitenkin tarkoituksenmukaista pyrkiä kehittämään suorituskykyä myös kilpailukauden aikana (Tiikkaja ym. 2016), mikä mahdollistaa pelaajien fyysisen suorituskyvyn kehittymisen pitkällä aikavälillä.

	Ma	Ti	Ke	To	Pe	La	Su
Aamu	YV voimaharjoitus, jääharjoitus	Jääharjoitus		KV voimaharjoitus, jääharjoitus	Jääharjoitus		AV voimaharjoitus
Iltapäivä			Jääharjoitus				Jää
Ilta		Peli			Peli		

KUVA 3. Tyypillinen kilpailukauden harjoitusviikko ammattilaistasolla. Mukailtu (Rago ym. 2021). YV = ylävartalo; KV = koko vartalo; AV = alavartalo.

3.2 Jää- ja fyysiikkaharjoittelun tavoitteet

Jääharjoittelun tavoitteena on kehittää pelaajan teknisiä taitoja, oppia käyttämään taitoja eri pelitilanteissa sekä kehittää joukkueen pelitapaa ja taktista osaamista (Hockey Canada 2020). Suorituskyvyn näkökulmasta harjoittelulla tulisi pyrkiä parantamaan erityisesti pelaajien nopeutta ja suunnanmuutoskykyä jäällä (Vigh-Larsen ym. 2020b). Useimmiten jääharjoitukset keskittyvät yhdistetysti suorituskyvyn, yksilötaitojen ja taktisen osaamisen kehittämiseen (Bigg ym. 2022b), sillä lajispesifien fyysisen suorituskyvyn vaatimusten vuoksi suorituskykyä tulee harjoittaa myös jäällä, jotta pelaajan fyysinen suorituskyky saadaan siirrettyä varsinaiseen laji-

suoritukseen. Jääharjoittelun tavoitteet voivat vaihdella kilpailukauden eri vaiheiden välillä paljon, ja erityisesti pre-seasonin aikana fyysisen suorituskyvyn harjoittaminen jäällä on keskeisessä roolissa (Neeld 2018; Nightingale & Douglas 2018).

Jääkiekkoilijalta vaaditaan monipuolisia nopeus-, voima-, ja kestävyysominaisuuksia (Vigh-Larsen ym. 2019; Lignell ym. 2019; Neeld 2018; Nightingale & Douglas 2018; Nightingale 2014) sekä kykyä hallita kehoa, ja erityisesti keski- ja alavartaloa riittäväillä liikelaajuuksilla (Nightingale & Douglas 2018; Tiikkaja ym. 2016) Fysiikkaharjoittelulla pyritään lisäämään lihasmassan määrää, sekä lihasten kykyä tuottaa voimaa ja tehoa (Potteiger ym. 2010). Aerobisen ja anaerobisen kestävyuden harjoittamisella pyritään parantamaan pelaajien RSA-ominaisuuksia, jotta pelaajat kykenevät toistuvasti suorittamaan työjaksot korkealla intensiteetillä ja ylläpitämään suoritusintensiteettiä mahdollisimman pitkään (Vigh-Larsen ym. 2020b; Vigh-Larsen ym. 2019; Neeld 2018; Peterson ym. 2015).

4 KUORMITTAVUUDEN MONITOROINTI

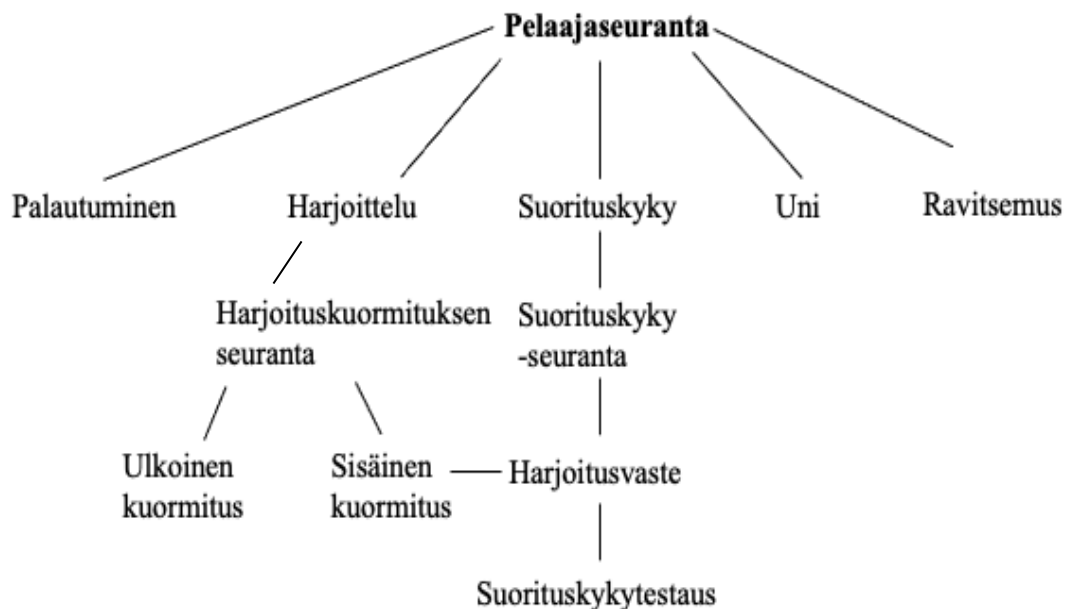
4.1 Kuormituksen mittaaminen

Joukkueurheilussa fysiikkaharjoittelun kaksi keskeistä tavoitetta ovat fyysisen suorituskyvyn ja motoristen taitojen kehittäminen tai ylläpitäminen. Harjoittelun lopputuloksen määrittelevät harjoittelun volyyymi, intensiteetti ja frekvenssi, jotka muodostavat harjoituskuormituksen (TL, training load) (McLaren ym. 2017). Harjoituskuormitusta säädellään kauden mittaan siten, että sen aiheuttamaa harjoitusstressiä ja väsymystä pyritään joko lisäämään tai vähentämään. Tällä pyritään varmistamaan sekä harjoitusadaptaatiot että korkeatasoinen suorituskyky kilpailutilanteissa. (Halson 2014) Harjoituskuormitus voidaan jakaa ulkoiseen ja sisäiseen kuormitukseen. Ulkoisella kuormituksella tarkoitetaan urheilijan suorittamaa mekaanista työtä, kuten suunnanmuutoksia ja kokonaismatkaa. Sisäisellä kuormituksella tarkoitetaan ulkoisen kuormituksen aiheuttamaa urheilijan psykologista ja fysiologista vastetta, kuten koettua kuormittavuutta ja sykkettä. (McLaren ym. 2017)

Ulkoisen ja sisäisen kuormituksen välinen suhde muodostaa kuormituksen annosvaste suhteen, sillä suuremmat ulkoiset kuormat aiheuttavat suuremmat vaatimukset energia-aineenvaihdunnalle ja hermolihasjärjestelmälle, mikä johtaa suurempaan sisäiseen kuormitukseen (McLaren ym. 2017). Mahdollisuus mitata sekä ulkoista että sisäistä kuormitusta tarjoaa optimaalisen mallin harjoittelun kuormittavuuden monitorointiin, jolloin joukkueen ja sen yksilöiden suorituskykyä voidaan tarkastella jatkuvasti (Burgess 2017).

Harjoittelun kuormittavuuden ja pelaajien suorituskyvyn monitorointi on käytännöllinen valmennuksen menetelmä harjoittelun ja palautumisen suunnittelussa (Burgess 2011; Troester ym. 2019). Kuormittavuusdatan hyödyntäminen auttaa harjoittelun ohjelmoimisessa, jolloin harjoittelu saadaan vastaamaan paremmin tavoitteita ja hyvä suorituskyky pystytään pitämään yllä ilman ylikuormitusta (Ulmer ym. 2019). Harjoituskuormituksen mittaamisesta saadaan enemmän irti, kun tiedot yhdistetään muusta pelaajien monitoroinnista, kuten suorituskykytestauksesta ja palautumisen seurannasta saatuihin tietoihin. Harjoituskuormituksen mittaamisen voidaan katsoa olevan keskeinen osa isompaa pelaajaseurannan kokonaisuutta. (Gamble 2021)

Pelaajaseurannalla tarkoitetaan kokonaisuutta, joka muodostuu harjoituskuormituksen, suorituskyvyn, palautumisen, unen, sekä ravitsemuksen monitoroinnista (Halson 2014). Pelaajaseurannan tarkoituksena on olla valmennuksen tukena joukkueen ja yksilöiden kehittämisessä sekä muissa valmennuksen prosesseissa. Pelaajaseurannalla on neljä keskeistä tavoitetta: pelaajien potentiaalin, harjoitusvasteiden, harjoitustilan sekä kehittymisen arviointi (Foster ym. 2017). Pelaajaseurannan malli on esitelty kuvassa 4, joka on mukailtu Halsonin ym. (2014) kirjallisuuskatsauksen sisällöstä. Kokonaisuudessaan pelaajaseuranta koostuu harjoittelun, palautumisen, ravitsemuksen, suorituskyvyn ja unen seurannasta. Hyvin toteutettuna pelaajaseuranta mahdollistaa sen, että joukkueen valmennusryhmä pystyy vaikuttamaan näihin tekijöihin, mitkä lopulta vaikuttavat pelaajien suorituskykyyn ja terveyteen (Foster ym. 2017).



KUVA 4. Pelaajaseurannan malli. Mukailtu (Halson 2014). Pelaajaseuranta koostuu palautumisen, harjoittelun, suorituskyvyn, unen ja ravitsemuksen seurannasta. Kuormituksen ja suorituskyvyn seuranta liittyvät keskeisesti toisiinsa, mahdollistaen ulkoisen ja sisäisen kuormituksen välisen yhteyden, sekä harjoittelun vaikuttavuuden seurannan. Sisäinen kuormitus ilmentää harjoitusvastetta suoritettulle ulkoiselle kuormitukselle, joten se on keskeisesti yhteydessä myös urheilijan fyysiseen suorituskykyyn.

Yksi harjoituskuormituksen mittaamisen keskeisistä tavoitteista on pyrkimys välttää liiallista ylikuormitusta (non-functional overreaching), sairastumisia tai loukkaantumisia. Kuormittavuuden monitorointia voidaan myös hyödyntää harjoittelun ohjelmoinnissa, ja varmistaa riittävä kuormitus vastaamaan pelien vaatimuksia. Lisäksi kuormittavuuden monitorointi mahdollistaa tieteellisen ja objektiivisen tavan ymmärtää lajispesifiä suorituskyvyn kehitystä. (Halson 2014) Onnistunut harjoituskuormituksen mittaaminen ja monitorointi voi siis johtaa parempaan suorituskykyyn joukkueurheilussa johtuen loukkaantumisten ehkäisystä, optimaalisesta harjoitusstressistä sekä lisääntyneestä ymmärryksestä koskien harjoittelun ja pelien asettaman kuorman sietokykyä (Svilar ym. 2018).

Joukkuelajeissa harjoituskuormituksen mittaaminen toteutetaan yleensä mikroteknologiaa hyödyntävien monitorointijärjestelmien avulla, jotka mahdollistavat sisäisen ja ulkoisen kuormituksen mittaamisen esimerkiksi syke seurannan tai paikannusjärjestelmien avulla (Burgess 2017). Lisäksi subjektiivisesta kuormituksesta kertovat kyselyt, kuten Sessional Rating of Perceived Exertion (sRPE) tai subjektiivisesta palautumisesta kertovat kyselyt, kuten Total Quality of Recovery Scale (TQRS) ovat laajalti käytössä joukkueurheilussa (Halson 2014; Sansone ym. 2020).

Taitoperustaisen harjoittelun ja ”kognitiivisen kuorman”, sekä käytettyjen harjoittelumuotojen suuri määrä joukkuelajeissa lisäävät harjoituskuorman monitorointiin kompleksisuutta ja haasteita (Halson 2014). Vaikka harjoituskuormituksen monitorointi joukkueharjoitusten aikana on keskeisintä, tulisi ulkoista ja sisäistä kuormitusta monitoroida myös otteluista ja muista harjoitusmuodoista, kuten fysiikkaharjoittelusta ja huomioida harjoittelun ohjelmoinnissa. Tämä mahdollistaa laajemman ymmärryksen kokonaisvaltaisista fyysisen suorituskyvyn vaatimuksista, ottelusuorituskyvystä, sekä harjoitusvasteista. (Svilar ym. 2018)

4.2 Ulkoinen kuormitus

Ulkoinen kuormitus tarkoittaa urheilijan suorittamaa mekaanista työtä, ja sitä voidaan mitata joukkueurheilussa kiihtyvyyssanturadatan, paikannusjärjestelmien ja videoanalyysin avulla (Burgess 2017). Ulkoinen kuormitus voidaan määrittää mekaanisen työn keston ja intensiteetin

avulla mittaamalla mm. kiihdytysten, suunnanmuutosten ja jarrutusten määrää, liikkumisen kokonaismäärää ja liikkumisen jakautumista eri liikenoisuusalueille. (Allard ym. 2020) Yksinkertaisimmillaan ulkoisen kuormituksen mittaaminen on harjoittelun keston, frekvenssin sekä toistojen lukumäärän monitorointia. Ulkoista kuormitusta voidaan myös arvioida hyödyntämällä erilaisia hermolihasjärjestelmän suorituskykytestejä, kuten esikevennyshyppyä tai pudotushyppyä, joiden tarkoitus tässä yhteydessä on mitata harjoitusvastetta tai hermolihasjärjestelmän väsymystä. Videoanalyysi, mikroteknologiaa hyödyntävät maailmanlaajuinen paikannusjärjestelmät (Global Positioning System, GPS) ja lähipaikannusjärjestelmät (Local Positioning System, LPS) sekä kiihtyvyyssanturit mahdollistavat ulkoisen kuormituksen määrän ja intensiteetin tarkan mittaamisen joukkuelajeissa. Ulkoisen kuormituksen muuttujia on esitelty taulukossa 1. (Gamble 2021)

Liikkumisen määrän ja nopeuden selvittäminen mahdollistaa lajille tyypillisen ulkoisen kuormituksen määrittämisen (Douglas & Kennedy 2020), sekä tarjoaa valmennukselle mahdollisuuden ohjelmoida harjoittelun ulkoista kuormitusta optimaaliseksi (Weaving ym. 2017). McLarenin ym. (2017) meta-analyysissä erityisesti kokonaismatka ja kiihtyvyyssanturidatasta määritelty ulkoinen kokonaiskuormitus sekä korkeaintensiteettisen juoksun määrä korreloivat positiivisesti sisäisen kuormituksen kanssa joukkuelajeissa. Joukkuelajien ulkoista kuormitusta mitattaessa on siis tärkeää päästä käsiksi sekä kokonaiskuormitukseen että ulkoisen kuormituksen intensiteettiin, kuten kiihdytyksiin ja korkeaintensiteettisen liikkumisen määrään. Tätä tukevat tutkimustulokset, joiden mukaan sekä kokonaiskuormituksella (McLaren ym. 2017; Rantanen 2020) että kiihdytysten, jarrutusten (Rago ym. 2022; Vigh-Larsen ym. 2020a) ja korkeaintensiteettisen liikkumisen määrällä on yhteys sisäiseen kuormitukseen (Rantanen 2020).

TAULUKKO 1. Tavallisesti käytettyjä ulkoisen kuormituksen muuttujia, sekä niiden käyttö-kustannukset, helppokäyttöisyys, validiteetti, reliabiliteetti, sekä mittayksikkö. Mukailtu (Gamble 2021).

Muuttuja	Hinta	Helppokäyt-töisyys	Validiteetti	Reliabili-teetti	Yksikkö
Aika	L	H	H	H	Aikayksiköt
Harjoitusfrekvenssi	L	H	H	H	Lukumäärä
Matka	L	H	H	H	Matkan yksiköt
Toistomäärä	L	M – H	H	M – H	Lukumäärä
Suoritus-teho	M – H	L – H	H	H	Suhteellinen/ab-soluuttinen teho
Nopeus	L – H	M – H	H	H	Nopeus (m/s, km/h)
Kiihdytys	L – H	L	H	H	Kiihtyvyy-s (m/s ²)
Paikannusjärjestel-mädata	M	M	M – H	M	Sijainti, etäisyys, nopeus
Aineenvaihdunnalli-nen teho	M	L – H	L – H	M	Energiaekviva-lentti
Videoanalyysidata (automaattinen)	H	L	M – H	M	Nopeus, sijainti, kiihtyvyy-s
Videoanalyysidata (manuaalinen)	M – H	L	M – H	M	Nopeus, sijainti, kiihtyvyy-s
Kiihtyvyyssanturidata	M	L – H	M – H	M	x-y-z-g voimat

L = matala; M = keskitaso; H = korkea.

Lähipaikannusjärjestelmän toiminta perustuu siihen, että se mittaa langatonta teknologiaa hyödyntäen pelaajan sijaintia, matkaa, nopeutta ja kiihtyvyyttä pelialueella (Bourdon ym. 2017; Gamble ym. 2022), ja näin mahdollistaa liikkumiseen perustuvan ulkoisen kuormituksen eli liikkumisen määrän ja intensiteetin mittaamisen joukkuelajeissa (Gamble ym. 2022). Näin ollen lähipaikannusjärjestelmästä saatua informaatiota hyödyntämällä voidaan kasvattaa ymmärrystä

lajista ja sen fyysisistä vaatimuksista (Douglas & Kennedy 2020). Aiemman tutkimustiedon perusteella lähipaikannusjärjestelmät ovat riittävän tarkkoja ja luotettavia ulkoisen kuormituksen määrittämiseen, vaikkakin lähipaikannusjärjestelmien validiteetti ja reliabiliteetti ovat riippuvaisia lähipaikannusjärjestelmän valmistajasta, liikkumisen tyypistä sekä näytteenottotaajuudesta (Crang ym. 2020). Lähipaikannusjärjestelmät mittaavat tarkasti lineaarista liikettä ja kiihdytyksiä, mutta kiihdytysten ja jarrutusten lukumäärän (Gamble ym. 2022) sekä nopeiden suunnanmuutosten mittaustarkkuus on heikompi (Bastida-Castillo ym. 2019). Luotettavuus ja mittaustarkkuus huomioiden lähipaikannusjärjestelmä on käyttökelpoinen menetelmä ulkoisen kuormituksen mittaamiseen joukkuelajeissa (Gamble ym. 2022), ja se tuottaa valmennukselle hyödyllistä tietoa laji- ja pelipaikkakohtaisesta fyysisestä kuormituksesta sekä näiden asettamista vaatimuksista päivittäiseen harjoitteluun (Douglas & Kennedy 2020). Sisälajeissa, kuten jääkiekossa ulkoisen kuormituksen mittaaminen GPS-järjestelmällä on käytännöllisistä syistä mahdotonta, sillä satelliitteihin perustuva sijainnin ja liikkeen mittaaminen ei toimi sisätiloissa sensorin ja satelliitin välisen heikomman yhteyden vuoksi (Bourdon ym. 2017).

4.3 Sisäinen kuormitus

Sisäinen kuormitus kuvastaa suhteellista psykologista ja fysiologista vastetta ulkoiselle kuormitukselle (Burgess 2017; McLaren ym. 2017). Joukkueurheilussa sisäistä kuormitusta on tavallisesti mitattu käyttäen yksittäin tai yhdistäen koettua kuormittavuutta ja erilaisia sykkeestä johdettuja kuormitusmuuttujia (Burgess 2017). Lisäksi sisäistä kuormitusta voidaan arvioida hyödyntäen erilaisia verinäytteitä, kuten laktaattipitoisuutta tai hormonaalisia mittauksia (Halson 2014). Tavallisesti käytettyjä sisäisen kuormituksen muuttujia on esitelty taulukossa 2 (Gamble 2021). Sisäisen kuormituksen arviointi käyttäen vain yhtä mittaria ei ole kannattavaa, sillä sisäinen kuormitus on moniulotteinen kokonaisuus, mihin ei välttämättä päästä käsiksi vain yhtä mittaria käyttäen. On kuitenkin tärkeää korostaa yksittäisten sisäisen kuormituksen muuttujien validiteettia ja herkkyyttä eli sitä, että käytetyt menetelmät tulisi olla luotettavia ja mittaus tulisi tehdä mahdollisimman laadukkaasti. (McLaren ym. 2017)

TAULUKKO 2. Tavallisesti käytettyjä sisäisen kuormituksen muuttujia, sekä niiden hinta, helppokäyttöisyys, validiteetti, reliabiliteetti, sekä mittayksikkö. Mukailtu (Gamble 2021).

Muuttuja	Hinta	Helppokäyttöisyys	Validiteetti	Reliabiliteetti	Yksikkö
sRPE	L	H	M – H	M – H	AU
TRIMP	L – M	M	M – H	M – H	AU
Hyvinvointi- kyselyt	L	M – H	M	M – H	Asteikot, AU
Sykeindeksit	L – M	H	H	M – H	HRV, HRR
Hapenkulutus	H	L	H	H	VO ₂
Laktaatti	M	M	H	H	Konsentraatio
Biokemialliset arvioinnit	M – H	L	H	M – H	Konsentraatio, volyyymi

L = matala; M = keskitaso; H = korkea; AU = arbitrary units, mielivaltainen yksikkö; HRV = heart rate variability, sykevälivaihtelu; HRR = heart rate recovery, sykkeen palautuminen; VO₂ = hapenkulutus; TRIMP = training impulse; sRPE = sessional rating of perceived exertion.

Akuutti sisäinen kuormitus tulisi yhdistää ulkoisen kuormituksen kanssa, mikä mahdollistaa sisäisen kuormituksen muuttujien validiteetin arvioinnin sekä kuormituksen annosvaste-suhteen tarkkailun (McLaren ym. 2017). Sisäisen kuormituksen mittaamisen vahvuutena on myös kyky mitata urheilijoita yksilöinä. Tämä mahdollistaa valmennusryhmän paremman ymmärryksen urheilijoiden yksilöllisistä harjoitusvasteista, jolloin harjoittelua voidaan yksilöidä tehokkaammin. (Foster ym. 2017) Tämä korostuu erityisesti joukkueurheiluympäristössä, jossa kilpailukauden aikainen harjoittelun ja pelien suuri volyyymi aiheuttaa pelaajille suuren fyysisen kuorman (Svilar ym. 2018), ja pelaajien sisäisessä kuormituksessa on paljon yksilöllistä vaihtelua (Rago ym. 2023).

4.3.1 sRPE

Yksi käytetyimmistä sisäisen kuormituksen muuttujista on sRPE, sillä se on helppokäyttöinen ja ilmainen menetelmä, jonka avulla kuormituksen monitorointiin voidaan lisätä koetun kuormittavuuden elementti. Tätä voidaan verrata objektiivisesti mitattuun kuormitukseen ja hyödyntää mm. väsymyksen tunnistamisessa. (Halson 2014) Menetelmänä sRPE on yksinkertainen, sillä urheilijalta yksinkertaisesti kysytään kuormituksen jälkeen koettua kuormittavuutta, johon urheilija vastaa Category Ratio-10 (CR-10) RPE-asteikon (liite 1) mukaisesti oman arvon kuormituksesta välillä 0–10. RPE-arvo kerrotaan kuormituksen kestolla, jolloin saadaan kokonaiskuormitusta ilmentävä arvo, joka ottaa huomioon kuormituksen keston ja intensiteetin. (Haddad ym. 2017) RPE ja sRPE eroavat siis toisistaan siten, että RPE-arvo kuvastaa kuormituksen keskimääräistä intensiteettiä, ja sRPE kuvastaa kuormituksen keston ja intensiteetin muodostamaa kokonaiskuormitusta.

Tutkimuksissa sRPE:lla on havaittu olevan positiivinen korrelaatio objektiivisesti mitatun sisäisen kuormituksen muuttujien (Costa ym. 2019; Halson 2014; Lupo ym. 2020), kuten sykkeestä lasketun kardiokuorman (Training Impulse, TRIMP) (Costa ym. 2019; Lupo ym. 2020) kanssa. Costan ym. (2019) tutkimuksessa havaittiin myös se, että yhden sRPE yksikön kasvu näkyi huomattavana kasvuna myös harjoituksen keskisykkeessä ja TRIMP:ssa. Yhteys ulkoisen kuormituksen muuttujiin on aiemmissa tutkimuksissa ollut vaihtelevaa, sillä McLarenin ym. (2017) meta-analyysissä sRPE korreloi vahvasti ulkoista kokonaiskuormitusta ilmentäviin muuttujiin, erityisesti kokonaismatkaan ($r = 0,79$; 90 % CI = 0,74–0,83), mutta yhteys ulkoisen kuormituksen intensiteettiä ilmentäviin muuttujiin oli heikko. Näin ollen koettu kuormittavuus vaikuttaisi kasvavan ulkoisen kokonaiskuormituksen kasvaessa. Haddadin ym. (2017) mukaan sRPE on käyttökelpoinen menetelmä sisäisen kuormituksen mittaamiseen joukkuelajeissa, sillä sRPE:n on osoitettu olevan luotettava, validi sekä yhteydessä sisäisen kuormituksen (Costa ym. 2019; Halson 2014; Lupo ym. 2020) ja ulkoisen kuormituksen (Bartlett ym. 2017; McLaren ym. 2017; Svilar ym. 2018) kanssa.

Aiemmissä tutkimuksissa on osoitettu, että sRPE poikkeaa valmentajien RPE-arvioista koripallossa (Lupo ym. 2020) ja futsalissa (Rabelo ym. 2016). Rabelon ym. (2016) tutkimuksessa valmentajat yliarvioivat kuormitusta kevyissä, keskiraskaissa ja raskaissa harjoituksissa sekä kaikissa kauden vaiheissa mukaan lukien harjoitus- ja kilpailukauden eri vaiheet. Lupo ym. (2020) puolestaan havaitsivat, että pelaajien sRPE-arvoihin verrattuna valmentajat yliarvioivat koripalloilijoiden kestävyysharjoittelun kuormitusta, mutta aliarvioivat tekniikkaharjoitusten kuormitusta. Nämä havainnot korostavat sitä, että koetun kuormituksen ja objektiivisesti mitatun kuormituksen seuranta on tärkeää halutun harjoitusvasteen aikaansaamiseksi joukkueurheilussa.

4.3.2 Sykkeeseen perustuvat kuormitusmuuttujat

Sykemonitorointi mahdollistaa urheilijoiden sisäisen kuormituksen objektiivisen tarkkailun akuutilla tasolla ja pitkällä aikavälillä (Burgess 2017). Joukkueen tarpeista riippuen sykedatasta voidaan laskea erilaisia kuormitusmuuttujia, kuten keski- ja maksimisyke (Jackson ym. 2016), eri sykealueilla vietetty aika (Fox ym. 2018; Stanula ym. 2016) ja TRIMP (Fox ym. 2018; Halson 2014; McLaren ym. 2017). Joukkuelajeissa kuormituksen sykevaste ja sen mittaaminen muodostaa keskeisen osan sisäisen kuormituksen mittaamisesta, sillä sen avulla voidaan mm. selvittää sisäisen kuormituksen intensiteettiä sykealueilla vietetyn ajan perusteella (Stanula ym. 2016) tai kokonaiskuormitusta TRIMP:n perusteella (Fox ym. 2018; Halson 2014; McLaren ym. 2017).

TRIMP on suosittu menetelmä sisäisen kuormituksen mittaamiseen joukkuelajeissa (Ulmer ym. 2019). TRIMP lasketaan kuormituksen ajan ja sykeintensiteetin perusteella, ja siitä on olemassa useampia variaatioita (Halson 2014), kuten alkuperäinen Banister's TRIMP (Rago ym. 2020), Edward's TRIMP sekä modified TRIMP ($_{\text{mod}}\text{TRIMP}$). Eri variaatioista $_{\text{mod}}\text{TRIMP}$:a ja $_{\text{i}}\text{TRIMP}$:a (individualized TRIMP) pidetään tarkimpina, sillä näissä TRIMP:n kaavoissa yksilölliset ominaisuudet on huomioitu eniten. Toisaalta ne vaativat myös enemmän työtä ja ylimääräistä suorituskykytestausta. (Manzi ym. 2009) TRIMP kuvastaa sykkeestä laskettua kokonaiskuormitusta eli kardiokuormaa, joten erityyppisistä harjoituksista voi saada saman

TRIMP:n. Yksi TRIMP:n vahvuuksista on se, että korkeamman intensiteetin sykealueita painotetaan enemmän, jolloin suorituksen kevyempiä jaksoja tai lepojaksuja ei yliarvioida (Manzi ym. 2009). Kokonaiskuormituksen lisäksi TRIMP:n avulla voidaan tarkastella sisäisen kuormituksen intensiteettiä jakamalla suorituksen TRIMP suorituksen ajalla, jolloin saadaan kardio-kuorman kertymisnopeutta kuvaava TRIMP/min.

Aiemmissä tutkimuksissa TRIMP on todettu validiksi sisäisen kuormituksen mittariksi, sillä TRIMP:n on havaittu korreloivan vahvasti ulkoisen kuormituksen ($r = 0,72$; 90 % CI = 0,55–0,84) (McLaren ym. 2017) ja aerobisen suorituskyvyn kehittymisen kanssa joukkueurheilussa (Fox ym. 2018). Lisäksi TRIMP:n toistettavuus oli kohtalainen (tyyppivirhe = 12,2 %; ICC = 0,75) NCAA (National Collegiate Athletic Association) I-divisioona-tason jääkiekkoilijoiden jääharjoittelua koskevassa tutkimuksessa, jonka tekijät totesivat TRIMP:n olevan sopiva menetelmä sisäisen kuormituksen arviointiin korkeaintensiteettisessä intervallityyppisessä joukkuelajissa (Ulmer ym. 2019).

Sisäistä kuormitusta voidaan tarkastella kuormituksen aikaisen keskisykkeen, huippusykkeen (Jackson ym. 2016), ja eri sykealueilla vietetyn ajan avulla (Stanula & Rocznik 2014; Stanula ym. 2016; Vigh-Larsen ym. 2020a). Jacksonin ym. (2016) mukaan kuormituksen aikainen huippu- ja keskisyke kuvastavat kuormituksen aiheuttamaa sykevastetta. Intervallityyppisissä lajeissa, joissa on selkeät työ- ja lepojaksot, myös lepojaksion aikainen sykkeen palautuminen on tärkeä tieto, sillä se kuvastaa palautumista työjaksojen välillä.

Kuormittavuutta voidaan arvioida yhdistämällä kuormituksen aikaisen sykeseurannan tiedot VO₂max-testistä saatuihin tietoihin (Stanula ym. 2016). Jakamalla sykealueet luotettavasti mitattujen aerobisen ja anaerobisen kynnysten avulla lajin fysiologisia vaatimuksia ja kuormitusta voidaan arvioida luotettavasti (Stanula & Rocznik 2014; Stanula ym. 2014). Tällöin voidaan selvittää perus-, vauhti- ja maksimikestävyysalueilla vietetty aika harjoituksissa tai peleissä, jolloin saadaan arvokasta tietoa yksilötason suorituskyvystä, sekä hyödyntää saatuja tietoja kuormituksesta ja lajin vaatimuksesta käytännön valmennuksessa (Stanula ym. 2014).

5 JÄÄKIEKON KUORMITTAVUUS PELEISSÄ JA JÄÄHARJOITUKSISSA

5.1 Pelien kuormittavuus

Yksittäisen pelaajan tasolla ottelussa on tyypillisesti 15–20 n. 30–90 sekunnin mittaista vaihtoa, joita seuraa n. 2–5 minuutin palautus ennen seuraavaa vaihtoa (Nightingale & Douglas 2018). Ammattilaistasolla pelaajakohtainen aktiivinen peliaika oli n. 16 minuuttia, mutta pienin peliaika oli n. 5 minuuttia ja suurin peliaika 25 minuuttia (Rantanen 2020). Tyypillisesti yhden vaihdon aikana on useita korkeatehoisia lyhyitä suorituksia, joita kertyy noin 7 kappaletta minuutissa (Lignell ym. 2018). Vaihdon aikana työ-leposuhde on keskimäärin 1:1,6, mutta koko ottelun mitassa (peliaika jäällä suhteessa vaihtopenkillä vietettyyn aikaan) vastaavasti 1:3,7 (Jackson ym. 2016). Lähes puolet aktiivisesta peliajasta kuormitus on liikkumisen suhteen intensiteetiltään korkeaa, ja loput intensiteetiltään matalampaa luistelua ja liukumista (Lignell ym. 2018). Muihin intervallityyppisiin joukkuelajeihin, kuten jalkapalloon verrattuna jääkiekossa on suhteellisesti enemmän korkeaintensiteettistä liikkumista (Brocherie ym. 2018).

5.1.1 Pelien ulkoinen kuormitus

Luistelumatkat eri nopeusalueilla. Aiemman tutkimustiedon perusteella yhdessä pelissä luistelumatkaa kertyy n. 4–5 kilometriä, josta yli puolet on korkeaintensiteettistä luistelua (Gamble ym. 2021; Lignell ym. 2018; Rantanen 2020; Vigh-Larsen ym. 2020a). Jääkiekon huipputasolla NHL:ssa luistelun kokonaismatka oli keskimäärin 4606 ± 219 metriä, joista 2042 ± 97 metriä oli korkeaintensiteettistä luistelua. Yhtä jäällä vietettyä minuuttia kohden pelaajat luistelivat 119 metriä korkeaintensiteettistä luistelua ja 31 metriä sprinttiluistelua. (Lignell ym. 2018). Miesten yliopistosarjassa luistelumatka oli keskimäärin n. 5300 metriä (Gamble ym. 2022). Suomen korkeimmalla tasolla Liigassa luistelun kokonaismatka oli keskimäärin 3880 ± 827 metriä, joista yli puolet luisteltiin kolmella korkeimmalla nopeusalueella (15–20 km/h, 20–25 km/h, ja > 25 km/h), ja niistä 447 ± 19 metriä luisteltiin korkeimmalla (> 25 km/h) nopeusalueella (Rantanen 2020). Simuloidussa jääkiekko-ottelussa Tanskan U20-maajoukkueen luisteltu kokonaismatka oli keskimäärin 5980 ± 199 , josta yli puolet oli korkeaintensiteettistä luistelua

ja n. 5 % sprinttiluistelua (Vigh-Larsen ym. 2020a). Luistelumatkan jakautumista eri nopeusalueille NHL-pelissä on esitelty taulukossa 3 (Lignell ym. 2018). Näitä tuloksia tarkastellessa tulee kuitenkin huomioida se, että Pohjois-Amerikkalaisissa sarjoissa jääkiekkoa pelataan pienemmässä kaukalossa Eurooppaan verrattuna, mikä voi osaltaan vaikuttaa pelin luonteeseen ja näkyä luistelun kokonaismatkassa ja luistelunopeuksissa.

TAULUKKO 3. Eri nopeusalueilla luisteltu keskimääräinen matka NHL-pelissä (Lignell ym. 2018). Arvot on esitetty muodossa keskiarvo \pm keskihajonta.

Nopeusalue	Määrä (m)
Kokonaismatka (> 1 km/h)	4606 \pm 219
Erittäin hidas (1–10,9 km/h)	1405 \pm 87
Hidas (11–13,9 km/h)	512 \pm 35
Kohtalainen (14–16,9 km/h)	648 \pm 43
Nopea (17–20,9 km/h)	1011 \pm 53
Erittäin nopea (21–24 km/h)	547 \pm 32
Sprinttiluistelu (> 24 km/h)	484 \pm 34

Pelipaikkakohtainen ulkoinen kuormitus peleissä. Allardin ym. (2020) tutkimuksessa AHL-joukkueen hyökkääjien ja puolustajien välillä ei havaittu eroja kiihtyvyyssanturidatasta määritetyn ulkoisen kokonaiskuormituksen (On-Ice Loadin, OIL) mukaan, mutta ulkoisen kuormituksen intensiteettiä kuvaava OIL/min oli hyökkääjillä merkitsevästi suurempi. Vastaavasti Liigassa puolustajien luisteltu kokonaismatka oli suurempi kuin hyökkääjillä, mutta puolustajat liikkuvat suhteellisesti vähemmän korkeimmilla nopeusalueilla (Rantanen 2020). Sama havainto tehtiin myös Douglasin ja Kennedyn (2020) tutkimuksessa, jossa ulkoista kuormitusta mitattiin lähipaikkansuoritusjärjestelmällä miesten U20 MM-turnauksessa. Toisaalta naisjääkiekkoilijoilla kiihtyvyyssanturidatasta määritetty ulkoinen kokonaiskuormitus, intensiteetti sekä räjähtävien suoritusten lukumäärä oli suurempaa hyökkääjillä kuin puolustajilla (Douglas ym. 2019). Gamblen ym. (2022) tutkimuksessa havaittiin, että puolustajien ja hyökkääjien ulkoinen kuormitus eroaa toisistaan erityisesti siten, että hyökkääjillä ulkoisen kuormituksen intensiteetti on suurempi, mutta puolustajat mm. luistelevat enemmän, ja heillä on enemmän kiihdytyksiä, jarrutuksia ja suunnanmuutoksia (taulukko 4). Vaikuttaisi siis siltä, että pelin ulkoinen kuormitus on tyypiltään hieman erilaista hyökkääjillä ja puolustajilla. Pelipaikkakohtaisia eroja voidaan

selittää ainakin sillä, että keskimäärin puolustajien peliaika ja luistelumatka on suurempi, mutta toisaalta hyökkääjille kertyy enemmän korkeaintensiteettistä luistelua (Allard ym. 2020; Douglas & Kennedy 2020). Pelien ulkoisen kuormituksen pelipaikkakohtaisia eroja, ulkoisen kuormituksen intensiteettiä kuvaavia muuttujia sekä luistelumatkan jakautumista eri nopeusalueille Gamblen ym. (2022) mukaan on esitelty taulukossa 4.

TAULUKKO 4. Jääkiekkopelin ulkoisen kuormituksen pelipaikkakohtaiset erot, ulkoisen kuormituksen intensiteettiä kuvaavat muuttujat, ja luistelumatkan jakautuminen eri nopeusalueille. Mukailtu (Gamble ym. 2022). Arvot on esitetty muodossa keskiarvo \pm keskihajonta.

Kuormitusmuuttuja	Hyökkääjät	Puolustajat
Luistelumatka (m) nopeusalueella 1 (1–10,9 km/h)	1281 \pm 490*	1837 \pm 485
Luistelumatka (m) nopeusalueella 2 (11–13,9 km/h)	650 \pm 256*	869 \pm 245
Luistelumatka (m) nopeusalueella 3 (14–16,9 km/h)	791 \pm 313*	935 \pm 258
Luistelumatka (m) nopeusalueella 4 (17–20,9 km/h)	1,212 \pm 452	1,131 \pm 319
Luistelumatka (m) nopeusalueella 5 (21–24 km/h)	699 \pm 253*	502 \pm 194
Luistelumatka (m) sprinttialueella (> 24 km/h)	584 \pm 227*	316 \pm 176
Huippukiihdytys (m/s ²)	4,11 \pm 0,45*	3,98 \pm 0,38
Huippujarrutus (m/s ²)	-6,09 \pm 0,63*	-5,82 \pm 0,61
Kiihdytyskuorma ^a (AU)	178,6 \pm 57,0	189,6 \pm 44,4
Kiihdytysten lukumäärä	43,3 \pm 16,4*	48,5 \pm 16,5
Jarrutusten lukumäärä	53,7 \pm 17,0*	65,2 \pm 17,0
Käännösten lukumäärä	66,9 \pm 27,6	65,6 \pm 27,1
Suunnanmuutosten lukumäärä	12,7 \pm 5,1*	17,7 \pm 6,6
Kontaktien lukumäärä	3,2 \pm 2,7*	1,9 \pm 1,9

^a Lähipaikannusjärjestelmän laskema kumulatiivinen kiihdytyskuorma; AU = arbitrary units, mielivaltainen yksikkö. * $p < 0,05$ tilastollisesti merkitsevä ero pelipaikkojen välillä.

Ulkoisen kuormituksen intensiteettiä kuvaavat kuormitusmuuttujat peleissä. Gamblen ym. (2022) tutkimuksen mukaan miesten yliopistojääkiekkopelissä kiihdytyksiä on keskimäärin n. 45, ja jarrutuksia vastaavasti n. 58 kappaletta. Kokonaisuudessaan kiihdytyksiä oli keskimäärin 4,29 kappaletta yhtä minuuttia kohden, ja jarrutuksia 5,52. Kiihtyvyyksanturilla mitattujen räjähtävien suoritusten lukumäärä naisten yliopistojääkiekossa oli pelipaikasta riippuen n. 300–340 yhdessä pelissä (Douglas ym. 2019). Kiihdytysten ja jarrutusten lukumäärä näyttäisi laskevan pelin loppua kohden, mutta kokonaisuudessaan räjähtävien suoritusten määrä pysyi tasaisena koko pelin ajan (Vigh-Larsen ym. 2020a). Joukkuelajien kiihdytys- ja jarrutuskuormaa

koskevan meta-analyysin mukaan joukkuelajeille on tyypillistä, että jarrutusten määrä on suurempi kuin kiihdytysten, ja että kiihdytysten ja jarrutusten lukumäärä laskee pelin loppua kohden (Harper ym. 2019).

5.1.2 Pelien sisäinen kuormitus

Koettu kuormittavuus. Liiga-peleissä koettu kuormittavuus RPE oli keskimäärin 7,8, ja sRPE ($RPE \times$ peliaika sekunteina) keskimäärin 7486, joiden lisäksi sRPE korreloi positiivisesti sisäisen kuormituksen muuttujista mm. TRIMP:n ja TRIMP/min:n kanssa (Rantanen 2020). Muissa tutkimuksissa pelin RPE ammattilaispelaajilla oli keskimäärin 6,2 (Rago ym. 2022) ja sRPE ($RPE \times$ peliaika minuutteina + alkuverryttely jäällä ennen peliä) yliopistopelaajilla n. 400 (Bigg ym. 2021a). Harjoitteluun verrattuna pelien sRPE:n on havaittu olevan huomattavasti korkeampi (Bigg ym. 2021a; Bigg ym. 2021b; Rago ym. 2022; Rago ym. 2021).

TRIMP. Liiga-peleissä TRIMP (Banisterin TRIMP-laskukaavasta mukailtu Firstbeatin TRIMP) oli keskimäärin 191 ja TRIMP/min 1,3 (Rantanen 2020). Yliopistopelaajilla Banisterin TRIMP oli peleissä keskimäärin 98 (Bigg ym. 2021a) ja Firstbeatin TRIMP n. 70, jonka lisäksi TRIMP:n todettiin olevan luotettava ja toistettava menetelmä jääkiekkopelin sisäisen kuormituksen mittaamiseen (Ulmer ym. 2019). Tutkimuksissa on todettu, että peleissä TRIMP on korkeampi kuin jääharjoituksissa (Bigg ym. 2021a; Bigg ym. 2021b; Rago ym. 2021). Rantasen (2020) ja Biggin ym. (2021a) ja myös yleisesti ottaen TRIMP-arvoja vertailtaessa tulee kuitenkin huomioida se, jos TRIMP:n määrittämiseen on käytetty eri laskukaavaa. Tällöin TRIMP:n absoluuttiset arvot voivat olla merkittävästi toisistaan poikkeavia, vaikka kuormitus olisi samanlainen.

Keskisyke, huippusyke, ja eri sykealueilla vietetty aika peleissä. Aiemmissa tutkimuksissa ammattipelaajilla ja yliopistopelaajilla pelien keskisyke on ollut n. 67–76 % HR_{max} (syke suhteessa maksimisykkeeseen), ja huippusyke n. 87–97 % HR_{max} (Rago ym. 2022; Rantanen 2020; Ulmer ym. 2019; Vigh-Larsen ym. 2020a). Ammattilaistasolla pelaajat olivat n. 24 % ajasta > 85 % HR_{max} -sykealueella (Rago ym. 2022). Kansainvälisen tason U20-pelaajat olivat koko pelistä n. 30 % > 85 % HR_{max} -sykealueella, mikä vastasi ajallisesti pelaajien aktiivista peliaikaa pelissä

(Vigh-Larsen ym. 2020a). Koko pelin mitassa eri sykealueilla vietetty aika näyttäisi jakautuvan siten, että pelistä yli 50 % ajasta syke on alle aerobisen kynnyksen, ja hieman yli 20 % aerobisen ja anaerobisen kynnyksen välissä, sekä hieman yli 20 % yli anaerobisen kynnyksen (Stanula ym. 2016; Stanula & Rocznik 2014). Lajin intervallityyppinen luonne ja korkea suoritusintensiiteetti vaikuttaisi johtavan siihen, että lyhyiden työjaksojen aikana syke nousee korkealle anaerobisen kynnyksen tuntumaan, mutta yli puolet ajasta syke on matalalla aktiivisen peliajan ollessa keskimäärin vain n. 15 minuuttia, mikä johtaa voimakkaaseen sykkeen vaihteluun ottelun aikana.

Pelipaikkakohtainen sisäinen kuormitus peleissä. Pelien sisäisen kuormituksen pelipaikkakohtaisia eroja koskeva tutkimustieto on ristiriitaista. Yliopistojääkiekkoilijoilla pelipaikkojen välillä ei havaittu eroja pelien sisäisessä kuormituksessa naisilla (sRPE ja TRIMP) (Bigg ym. 2021b), mutta miehillä hyökkääjien TRIMP oli suurempi kuin puolustajilla (Bigg ym. 2021a). Eri sykealueilla vietettyä aikaa tarkastellessa puolustajat viettävät enemmän aikaa korkeammilla sykealueilla, kun taas hyökkääjät viettävät enemmän aikaa matalammilla sykealueilla (Stanula ym. 2016; Stanula & Rocznik 2014). Tätä ristiriitaa voidaan selittää ainakin osittain sillä, että Biggin ym. (2021a) ja Biggin ym. (2021b) käyttämät sisäisen kuormituksen muuttujat kuvastavat sisäistä kokonaiskuormitusta, kun taas Stanulan ym. (2016) sekä Stanulan ja Rocznikin (2014) sisäisen kuormituksen muuttujat kuvastavat sisäisen kuormituksen intensiteettiä. Toisaalta tämä on linjassa aiemmin esiteltyjen ulkoisen kuormituksen pelipaikkakohtaisten erojen kanssa, joiden mukaan pelien ulkoinen kuormitus on erilaista puolustajien ja hyökkääjien välillä erityisesti intensiteetin suhteen (Allard ym. 2020; Gamble ym. 2022; Douglas & Kennedy 2020; Douglas ym. 2019; Rantanen 2020). Kuormituksen mittaamisen kannalta on siis keskeistä päästä käsiksi sekä kokonaiskuormitukseen että intensiteettiin.

5.2 Jääharjoittelun kuormittavuus

Douglas ym. (2019) tutkivat jääharjoittelun kuormittavuutta peleihin verrattuna, ja havaitsivat että pelit olivat kuormittavampia kiihtyvyyssanturidatasta määritellyn ulkoisen kokonaiskuormituksen (PlayerLoad) ja intensiteetin (PlayerLoad/min), räjähtävien suoritusten määrän, sekä TRIMP:n perusteella (taulukko 5). (Douglas ym. 2019). Jääharjoittelun kuormittavuus poikkeaa peleistä jääharjoittelun tyypillisten piirteiden, kuten harjoitteiden läpikäymisen, valmentajien ohjeistuksen sekä kevyempien tekniikka ja taktiikkaharjoitteiden vuoksi (Douglas ym. 2019). Lisäksi jääharjoittelun intensiteetti esimerkiksi kamppailupelaamisessa tai taklaamisessa voi olla pelejä matalampaa loukkaantumisten välttämiseksi (Allard ym. 2020).

TAULUKKO 5. Jääharjoitusten ulkoinen kokonaiskuormitus (PlayerLoad, PL), intensiteetti (PL/min), räjähtävien suoritusten määrä (RS) ja TRIMP suhteessa pelikuormitukseen. Mukailtu (Douglas ym. 2019).

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

$p < 0,001$ tilastollisesti merkitsevä ero jääharjoitusten ja pelien välillä; * $p < 0,001$ Tilastollisesti merkitsevä ero pelipaikkojen välillä.

Douglasin ym. (2020) mukaan pelaajien taso vaikuttaa jääharjoituksen ulkoiseen kuormitukseen, sillä maajoukkueen ja yliopistojoukkueen harjoituskuormaa vertailtaessa korkeaintensiteettisen luistelun määrä, kiihtyvyyssanturilla mitattu harjoituksen intensiteetti, sekä räjähtävien suoritusten määrä oli merkitsevästi suurempaa maajoukkueella. Tätä tukee myös se, että korkeammalla tasolla pelaavat saavat parempia tuloksia nopeus-, teho-, sekä maksimivoimatesseissä (Neeld 2018; Vigh-Larsen ym. 2019), sekä suoriutuvat paremmin nopeus- ja suunnanmuutoskykyesteissä jäällä (Vigh-Larsen ym. 2019; Vigh-Larsen ym. 2020b), jolloin korkeamman tason pelaajat fyysisesti kykenevät suurempaan ja korkeaintensiteettisempään mekaani-

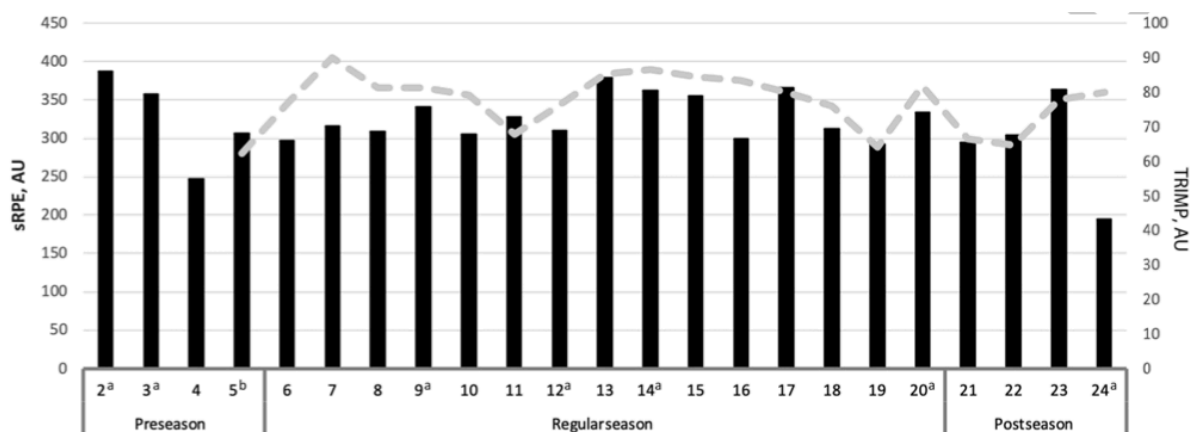
seen työhön. Toisaalta kokonaiskuormitus ja matalaintensiteettisen luistelun määrä oli suurempaa yliopistopelaajilla. Tämä ero voi mahdollisesti selittyä maajoukkuepelaajien laadukkaammalla ja taloudellisemmalla luistelutekniikalla (Douglas ym. 2020).

5.2.1 Jääharjoittelun viikko- ja päiväkohtainen kuormitus

Viikko- ja päiväkohtainen ulkoinen kuormitus. Allardin ym. (2020) tutkimuksessa tarkasteltiin jääharjoittelun ja pelien kuormitusta kiihtyvyyssanturidatan avulla. AHL-joukkueen viikkotason kuormitus pysyi suhteellisen tasaisena koko kauden ajan, sillä joukkueen harjoittelun kuormittavuutta säädeltiin viikoittaisten pelien määrän mukaisesti. Päivittäisellä tasolla harjoitusten ulkoinen kokonaiskuormitus ja intensiteetti pysyi myös tasaisena, ja vain pelipäivän aamuharjoitukset olivat merkittävästi kevyempiä pelipäivää edeltäviin harjoituksiin verrattuna. Aamuharjoitukset olivat silti yllättävän kuormittavia vastaten noin 34 % pelin keskimääräisestä kuormasta. Vastaavasti Rago ym. (2021) havaitsivat, että harjoitusten ulkoinen kuormitus päivittäisellä tasolla oli suhteellisen tasaista lukuun ottamatta kevyitä pelipäivän aamuharjoituksia, sekä hieman alhaisempaa korkeaintensiteettisten kiihdytysten määrä pelipäivää edeltävissä harjoituksissa. Tekijät myös korostivat sitä, että harjoittelun ulkoisessa kuormituksessa on paljon yksilöllisiä eroja, ja korkeamman intensiteetin peleissä saavuttavat pelaajat myös harjoittelivat korkeammalla intensiteetillä. Pelin ja harjoittelun mekaaniset vaatimukset, kuten kiihdytysten kokonaismäärä ja kiihdytykset/minuutti, ovat siis jossain määrin pelaajakohtaisia. (Rago ym. 2021)

Viikkokohtainen sisäinen kuormitus. Kauden eri vaiheiden sisäistä kuormitusta vertailtaessa jääharjoittelun ja pelien sRPE ja TRIMP olivat suurempia runkosarjassa kuin pudotuspeleissä tai pre-seasonin aikana (Bigg ym. 2021a). Naisjäähkiekkoilijoilla puolestaan pudotuspelien sisäinen kuormitus oli suurempaa pre-seasoniin ja runkosarjaan verrattuna. Pelkkiä jääharjoituksia tarkasteltaessa sisäinen kuormitus oli suurimmillaan pre-seasonin aikana, mutta runkosarjan ja pudotuspelien aikainen sisäinen kuormitus ei eronnut toisistaan. (Bigg ym. 2021b) Viikoittaisten pelien määrä vaikutti jääharjoittelun sisäiseen kuormitukseen siten, että jääharjoittelun kuormittavuus oli korkeampaa silloin, jos viikon aikana pelattiin vain yksi peli. (Bigg ym.

2021a; Bigg ym. 2021b). Tämä voi viitata siihen, että suurempi harjoituskuormitus oli mahdollista viikkoina, jolloin pelejä oli vähemmän (Allard ym. 2020; Bigg ym. 2021b) sekä siihen, että jääharjoittelun kuormittavuutta periodisoidaan jääkiekossa pelien määrän mukaan (Bigg ym. 2021a; Bigg ym. 2021b; Rago ym. 2021). Jääharjoittelun ja pelien viikkokuormitus (sRPE ja TRIMP) kauden aikana on esitelty kuvassa 5, jossa kausi on jaettu valmistavaan kauteen (preseason), runkosarjaan (regular season) sekä pudotuspeleihin (postseason). (Bigg ym. 2021a)



KUVA 5. Jääharjoittelun ja pelien viikoittainen sisäinen kuormitus kauden aikana (Bigg ym. 2021a). Harmaa katkoviiva kuvastaa sRPE:ta, ja mustat pylvää TRIMP:a (Banister’s TRIMP). AU = mielivaltainen yksikkö; a = yhden pelin viikko; b = runkosarja alkoi viikolla 5.

Päiväkohtainen sisäinen kuormitus. Ragon ym. (2021) tutkimuksessa jääharjoittelun Edward’s TRIMP, sekä yli 85 % HR_{max} sykealueella vietetty aika laski päivittäisellä tasolla peliä lähestyttäessä siten, että jääharjoitus kaksi päivää ennen peliä oli kuormittavin, ja pelipäivän aamuharjoitus oli kevyin. Sama havainto on tehty myös muissa tutkimuksissa, joissa jääharjoittelun sRPE ja TRIMP laskivat peliä lähestyttäessä (Bigg ym. 2021a; Bigg ym. 2021b). Toisaalta luotettavampana pidetty $modTRIMP$, sekä sRPE olivat korkeimmillaan peliä edeltävän päivän jääharjoituksissa, vaikka ulkoinen kuormitus ei muuttunut merkittävästi. (Rago ym. 2021)

5.2.2 Jääharjoittelun kuormitus suhteessa peleihin

Ulkoisen kuormitus suhteessa peleihin. Yksittäisen harjoituksen tasolla harjoittelun kokonaiskuormitus ja intensiteetti oli selkeästi matalampaa peleihin verrattuna. (Allard ym. 2020) Vastaavasti naisjääkiekkoilijoilla jääharjoittelun ulkoinen kokonaiskuormitus, intensiteetti sekä räjähtävien suoritusten lukumäärä oli matalampaa peleihin verrattuna ($p < 0,01$) (Douglas ym. 2019). Kiihdytysten ja jarrutusten kokonaismäärän sekä korkeaintensiteettisten kiihdytysten ja jarrutusten ($> 2 \text{ m/s}^2$) määrän perusteella jääharjoittelun intensiteetti on merkittävästi alhaisempaa peleihin nähden (Rago ym. 2021). Harjoittelun matalampi intensiteetti voi johtua mm. kamppailupelaamisen matalammasta intensiteetistä (Allard ym. 2020) sekä harjoittelun aikaisesta kuormituksen katkonaisuudesta (Douglas ym. 2019). Neeldin ym. (2021) tutkimuksessa joukkue suoriutui kahden kauden mittaisen jakson aikana tuloksellisesti huonommin peleissä silloin, kun joukkue oli peliä edeltävän seitsemän päivän aikana harjoitellut kevyesti kiihtyvyyssanturilla määritetyn ulkoisen kuormitusintensiteetin ja korkeaintensiteettisten luistelupotkujen lukumäärän perusteella (Neeld ym. 2021). Tämän perusteella jääharjoittelun korkea intensiteetti on keskeinen tekijä joukkueen suorituskyvyn kannalta.

Sisäinen kuormitus suhteessa peleihin. Peleihin verrattuna jääharjoittelun Edward's TRIMP, yli 85 % HR_{max} sykealueella vietetty aika, modTRIMP sekä sRPE olivat merkittävästi matalampia. Yksilötasolla jääharjoittelun sisäinen kuormitus ei ollut yhteydessä pelien sisäiseen kuormitukseen, vaikka jääharjoittelun ulkoinen kuormitus oli yhteydessä pelien ulkoiseen kuormitukseen. Tämä viittaa siihen, että koettu kuormittavuus ja metabolinen vaste ulkoiseen kuormitukseen riippuu yksilöllisistä tekijöistä, mikä tuottaa suuria yksilöiden välisiä eroja sisäisessä kuormituksessa. (Rago ym. 2021) Vastaavasti Bigg ym. (2021a) ja Bigg ym. (2021b) havaitsivat, että sRPE ja TRIMP ovat jääharjoituksissa merkitsevästi matalampia peleihin verrattuna.

5.2.3 Jääharjoittelun pelipaikkakohtainen kuormitus

Pelipaikkakohtainen ulkoinen kuormitus. Pelipaikkavertailussa AHL-puolustajien harjoittelun intensiteetti oli hyökkääjiä suurempaa päivittäisellä tasolla, mutta viikkotasolla pelipaikkojen

välillä ei havaittu eroja kokonaiskuormituksessa, kun myös pelien kuorma huomioitiin. Hyökkääjien harjoittelun intensiteetti oli siis kauempana pelien intensiteetistä, mutta erot tasautuivat viikkotasolla hyökkääjien suuremman peli-intensiteetin vuoksi. (Allard ym. 2020). Ragon ym. (2023) tutkimuksessa puolustajille tuli enemmän kiihdytyksiä ja jarrutuksia kuin hyökkääjille ($p < 0,001$). Toisaalta naisjääkiekkoilijoilla hyökkääjien kokonaiskuormitus (PL), intensiteetti (PL/min), sekä räjähtävien suoritusten lukumäärä oli suurempaa puolustajiin verrattuna ($p < 0,01$), jonka lisäksi intensiteetti vastasi hyökkääjillä pelien intensiteettiä (Douglas ym. 2019). Vaikuttaisi siis siltä, että huipputason miesjääkiekkoilijoilla jääharjoittelun ulkoinen kuormitus ja intensiteetti eroavat pelipaikkakohtaisesti siten, että puolustajilla ulkoinen kuormitus on suurempaa hyökkääjiin verrattuna. Harjoittelun pelipaikkakohtaiset erot voivat heijastua aiemmin esitellyistä pelipaikkakohtaisista eroista pelien ulkoisessa kuormituksessa (Allard ym. 2020; Gamble ym. 2022; Douglas & Kennedy 2020; Douglas ym. 2019; Rantanen 2020) sekä siitä, että jääharjoituksissa puolustajia on usein suhteellisesti vähemmän kuin hyökkääjiä (Rago ym. 2023).

Pelipaikkakohtainen sisäinen kuormitus. Jääharjoittelun pelipaikkakohtaista sisäistä kuormitusta koskevat tutkimustulokset vaihtelevat paljon tutkimusten välillä. Pelipaikkojen sisäistä kuormitusta vertailtaessa maalivahtien TRIMP ja sRPE olivat korkeampia hyökkääjiin ja puolustajiin verrattuna, ja hyökkääjien TRIMP oli korkeampi kuin puolustajilla (Bigg ym. 2021a). Douglasin ym. (2019) tutkimuksessa puolustajien TRIMP oli vastaavasti pienempi jääharjoituksissa hyökkääjiin verrattuna. Bigg ym. (2021b) puolestaan eivät havainneet eroja jääharjoitusten sisäisessä kuormituksessa hyökkääjien, puolustajien, ja maalivahtien välillä. Ragon ym. (2023) tutkimuksessa puolustajilla oli korkeampi keskisyke, ja he viettivät n. 6 minuuttia enemmän aikaa $> 85 \% HR_{max}$ -sykealueella kuin hyökkääjät, mutta sRPE:ssa ei havaittu eroja pelipaikkojen välillä.

5.3 Sisäisen ja ulkoisen kuormituksen välinen yhteys jääkiekossa

Sisäisen ja ulkoisen kuormituksen välistä yhteyttä jääkiekossa koskeva tutkimustieto on vähäistä, ja tietävästi vain Rago ym. (2022) on tutkinut sisäisen (sRPE) ja ulkoisen kuormituksen

(kiihdytykset ja jarrutukset) välistä yhteyttä jääharjoittelussa. Yleisti ottaen joukkuelajeissa erityisesti sRPE ja TRIMP korreloivat kokonaismatkan kanssa, mutta yhteys sisäisen ja ulkoisen kuormituksen intensiteettiä ilmentävien muuttujien välillä ei ollut yhtä vahva (McLaren ym. 2017).

Ragon ym. (2022) mukaan sRPE korreloi vahvasti kiihdytysten ja jarrutusten kokonaismäärän, sekä korkeaintensiteettisten kiihdytysten ($> 2 \text{ m/s}^2$) ja jarrutusten ($< -2 \text{ m/s}^2$) kanssa peleissä ja jääharjoituksissa ammattilaistasolla. Peleissä sRPE ja TRIMP näyttäisivät olevan positiivisessa yhteydessä luisteltuun kokonaismatkaan, jonka lisäksi sRPE, TRIMP ja keskisyke olivat yhteydessä korkeaintensiteettisen luistelun matkaan (Rantanen 2020). Lisäksi Vigh-Larsenin ym. (2020a) mukaan peleissä korkeaintensiteettisten suoritusten määrä minuuttia kohden korreloi vahvasti veren laktaattipitoisuuden kanssa. Nämä havainnot voisivat viitata siihen, että korkeaintensiteettisten suoritusten, kuten kiihdytysten ja jarrutusten määrä, sekä yleisesti ottaen jääharjoituksen intensiteetti ovat keskeisiä tekijöitä sisäisen kuormituksen kannalta.

6 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA HYPOTEESIT

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli tuottaa tietoa akuutista, viikoittaisesta ja pelipaikkakohtaisesta jääharjoittelun kuormittavuudesta kansainvälisen tason juniorijääkiekkoilijoilla. Lisäksi pyrittiin selvittämään sisäisen ja ulkoisen kuormituksen yhteyttä, eli onko LPS:llä mitattu ulkoinen kuormitus positiivisessa yhteydessä sRPE:hen ja sykkeestä johdettuihin kuormitusmuuttujiin. Opinnäytetyön aihe on tärkeä, sillä tätä aihetta tutkimalla voidaan saada tietoa siitä, mitkä ovat jääharjoittelun kuormittavuuden kannalta keskeisiä muuttujia, joita säätelemällä voidaan ohjata jääharjoittelun kuormittavuutta haluttuun suuntaan. Tämän avulla jääkiekkoilijoiden lajiharjoittelu ja fysiikkaharjoittelu voidaan linkittää paremmin yhteen, ja mahdollistaa fyysisen suorituskyvyn kehittyminen sekä paras mahdollinen suorituskyky peleissä pitkällä aikavälillä. Lisäksi jääharjoittelun sisäistä ja ulkoista kuormitusta koskevaa tutkimustietoa on hyvin vähän, joten tämä opinnäytetyö pyrki tuomaan uutta aiheeseen liittyvää tietoa. Tämän opinnäytetyön keskeisimpänä tavoitteena oli tuottaa käytännön jääkiekkovalmennukselle arvokasta tietoa jääharjoittelun suunnittelemisen tueksi.

Tutkimuskysymys 1: Havaitaanko eri pelipaikkojen välillä eroja jääharjoittelun sisäisessä ja ulkoisessa kuormituksessa?

Hypoteesi: Eri pelipaikkojen välillä havaitaan eroja jääharjoittelun sisäisessä ja ulkoisessa kuormituksessa siten, että puolustajien sisäinen ja ulkoinen kuormitus on suurempaa hyökkääjiin verrattuna.

Perustelu: Pelipaikkojen välillä näyttäisi olevan eroja sekä ulkoisessa (Allard ym. 2020; Douglas ym. 2019; Rago ym. 2023) että sisäisessä kuormituksessa jääharjoituksissa (Bigg ym. 2021a; Douglas ym. 2019; Rago ym. 2023), mutta pelipaikkakohtaiset erot eivät ole johdonmukaisia. On kuitenkin viitteitä siitä, että huipputasolla puolustajien jääharjoittelun sisäinen ja ulkoinen kuormitus on suurempaa hyökkääjiin verrattuna. AHL-puolustajien ulkoisen kuormituksen intensiteetti (OIL/min) oli hyökkääjiä suurempaa päivittäisellä tasolla, mutta viikkotasolla pelipaikkojen välillä ei havaittu eroja kuormituksessa, kun myös pelien kuorma huomioidaan (Allard ym. 2020). Miesten yliopistotasolla puolustajien sRPE oli korkeampi, ja TRIMP matalampi hyökkääjiin verrattuna (Bigg ym. 2021a). Ragon ym. (2023) tutkimuksessa puolus-

tajien keskisyke, $> 85 \%HR_{\max}$ sykealueella vietetty aika sekä kiihdytysten ja jarrutusten lukumäärä olivat korkeampia hyökkäajiin verrattuna.

Tutkimuskysymys 2: Onko LPS:llä mitattu ulkoinen kuormitus positiivisessa yhteydessä sRPE:hen ja sykkeestä johdettuihin kuormitusmuuttujiin?

Hypoteesi: Sisäisen ja ulkoisen kuormituksen välillä havaitaan positiivinen yhteys.

Perustelu: McLarenin ym. (2017) meta-analyysin mukaan joukkuelajeissa harjoittelun sisäisen ja ulkoisen kuormituksen muuttujien välillä on havaittu positiivinen yhteys, eli ulkoisen kuormituksen kasvaessa myös sisäinen kuormitus kasvaa. Yhteydet muuttujien välillä ovat kuitenkin riippuvaisia harjoittelun muodoista siten, että sisäisen ja ulkoisen kuormituksen välisen yhteyden voimakkuus vaihtelee eri harjoitustyypin välillä. Tietävästi vain Rago ym. (2022) on tutkinut sisäisen (sRPE) ja ulkoisen kuormituksen (kiihdytykset ja jarrutukset) välistä yhteyttä jääharjoittelussa, jonka mukaan sRPE korreloi vahvasti kiihdytysten ja jarrutusten kokonaismäärään, sekä korkeaintensiteettisten kiihdytysten ja jarrutusten kanssa. Otteluissa sisäinen kuormitus kasvoi ulkoisen kuormituksen kasvaessa, sillä sRPE ja TRIMP olivat yhteydessä ulkoisen kuormituksen määrään, kuten kokonaisluistelumatkaan ja intensiteettiä kuvaaviin muuttujiin, kuten kiihdytysten ja jarrutusten lukumäärään. (Rantanen 2020)

7 TUTKIMUSMENETELMÄT

7.1 Tutkittavat

Tämän opinnäytetyön tutkittavat olivat kansainvälisen tason miesjääkiekkoilijoita, jotka edustivat Suomen 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) -maajoukkueita ikäluokkiensa harjoitusleirityksen aikana vuoden 2022 keväällä ja kesällä. Tutkittavien keskimääräinen kehon koko ja koostumus, maksimisyke, sekä VO₂max on esitelty taulukossa 6.

TAULUKKO 6. Tutkittavien keskimääräinen kehon koko ja koostumus, maksimisyke (HR_{max}) ja maksimaalinen hapenotto (VO₂max).

Joukkue	U17 (n = 29)	U18 (n = 29)
Pituus (cm)	181,17 ± 5,28	185,80 ± 3,47
Paino (kg)	78,2 ± 8,17	78,00 ± 2,84
Rasva %	12,85 ± 2,87	12,36 ± 2,42
HR _{max} (bpm)	197 ± 8	191 ± 5
VO ₂ max (ml/kg/min)	53,72 ± 3,30	55,28 ± 1,94

Kaikki tutkittavat allekirjoittivat kirjallisen suostumuksen tutkimukseen osallistumisestaan sekä täyttivät terveystietoja koskevan esitietolomakkeen. Lisäksi kaikki harjoitusleireille osallistuneet pelaajat kävivät Jääkiekkoliiton lääkärin tarkastuksessa. Tutkittavat osallistuivat tutkimukseen vapaaehtoisesti ja heillä oli oikeus keskeyttää osallistumisensa milloin tahansa ja ilman mitään syytä. Tutkittaville selvitettiin tutkimuksen kulku ja tarkoitus sekä heidän oikeutensa. Kaikkia tutkittavien tietoja käsiteltiin anonymisti ja luottamuksellisesti. Tutkimusprojektille haettiin ja saatiin hyväksytty Jyväskylän yliopiston eettisen toimikunnan lausunto, ja tutkimus toteutettiin eettisiä ohjeita noudattaen.

7.2 Tutkimusasetelma

Tämä tutkimus on tyypiltään kuvaileva tutkimus. Tutkimusaineisto kerättiin mittaamalla jääharjoittelun ulkoista ja sisäistä kuormitusta Suomen U17- ja U18-jääkiekkomaajoukkueiden harjoitusleireiltä kevään ja kesän 2022 aikana. Jääharjoitukset olivat joukkueiden valmennusryhmien suunnitteleamia ja toteuttamia. Tällä tutkimuksella ei ollut vaikutusta harjoitusleirien kulkuun eikä harjoittelun suunnitteluun tai toteutukseen. Joukkueiden harjoitusleirien jääharjoitusten määrät sekä aikataulut on esitelty kuvassa 6. Kaikki jääharjoitukset sisällytettiin tutkimusaineistoon. Tässä asetelmassa ei huomioitu jääharjoittelun ulkopuolella tapahtuvaa fyysikkaharjoittelua. Pääasiassa fyysikkaharjoittelu koostui alku- ja loppuverryttelyistä, mitkä toteutettiin aina joukkueiden fyysikkavalmentajien johdolla. Tämä opinnäytetyö toteutettiin osana tutkimusprojektia yhdessä Suomen Jääkiekkoliiton, KIHU:n (Huippu-urheilun Instituutti, Jyväskylä, Suomi) sekä Jyväskylän yliopiston kanssa. Tutkimusprojektissa tehtiin kaksi opinnäytetyötä jääharjoittelun kuormittavuudesta.

U17 Harjoitusleiri

Ajankohta	Päivä 1	Päivä 2	Päivä 3	Päivä 4
Aamu	Fysiikkatestit	Jäätetit + jääharjoitus 1	Jääharjoitus 3	Jääharjoitus 5
Ilta		Jääharjoitus 2	Jääharjoitus 4	

U18 Harjoituseiri

Ajankohta	Päivä 1	Päivä 2	Päivä 3	Päivä 4
Aamu	Fysiikkatestit	Pelipaikkakohtainen jääharjoitus 1	Pelipaikkakohtainen jääharjoitus 2	Jääharjoitus 3
Ilta		Jäätetit + jääharjoitus 1	Jääharjoitus 2	

KUVA 6. Harjoitusleirien aikataulut.

7.3 Mittausmenetelmät

Sisäisen kuormituksen mittausmenetelminä käytettiin Polar Team Pro syke-seurantajärjestelmää (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 30 metrin sprinttiluistelutestiä 10 metrin väliajalla.

7.3.1 Ulkoinen kuormitus

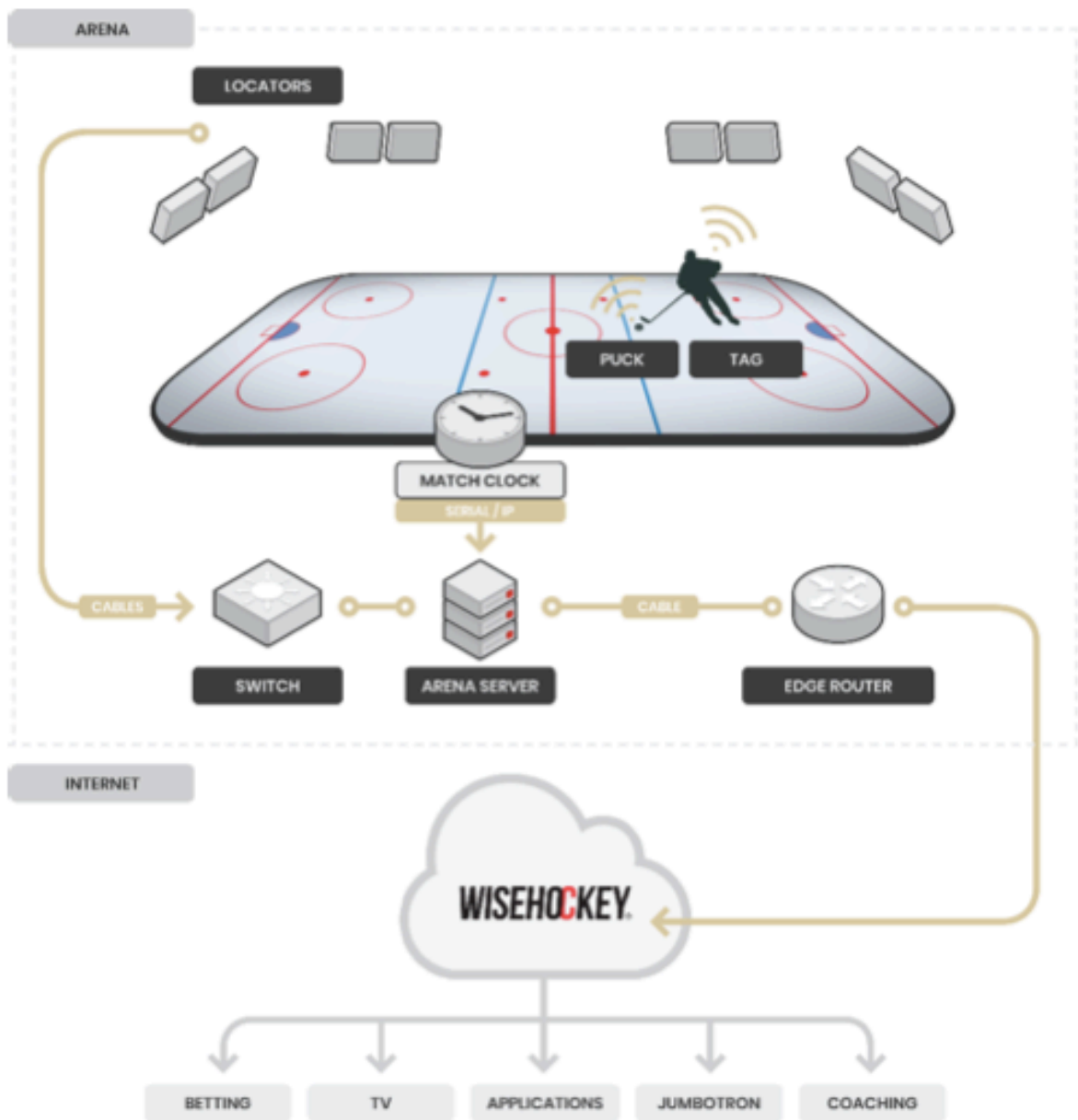
Jääharjoittelun ulkoista kuormitusta tarkasteltiin ulkoisen kuormituksen määrää kuvastavilla muuttujilla, kuten kokonaismatkalla sekä ulkoisen kuormituksen intensiteettiä kuvastavilla muuttujilla, kuten keski- ja huippunopeudella sekä kiihdytysten ja jarrutusten lukumäärällä. Tässä tutkimuksessa käytetyt lähipaikannusjärjestelmän avulla kerätyt ulkoisen kuormituksen muuttujat on esitelty taulukossa 7. Taulukossa esiteltyjen muuttujien lisäksi nopeusalueille laskettiin suhteellinen matka (% matka nopeusalueella) eli kullakin nopeusalueella luisteltu matka suhteessa kokonaismatkaan.

TAULUKKO 7. Lähipaikannusjärjestelmästä kerätyt ulkoisen kuormituksen muuttujat, sekä muuttujien raja-arvot.

Kuormitusmuuttuja	Yksikkö	Raja-arvot
Kokonaismatka	Matka (m)	
Keskinopeus	Nopeus (km/h)	
Huippunopeus	Nopeus (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

Ulkoista kuormitusta mitattiin Wisehockey-älykiekkojärjestelmän avulla, mikä mahdollistaa pelikellon kanssa synkronoidun pelaajien ja kiekon liikkumisen seurannan lähipaikannusjärjestelmän avulla. Tässä tutkimuksessa ei käytetty älykiekkoja, vaan tarkasteltavana oli ainoastaan pelaajien liikkumisdata. Liikkumisdataa ei synkronoitu pelikellon kanssa, vaan datan keräys ja tallennus käynnistettiin ja sammutettiin manuaalisesti tutkimusprojektin tekijöiden toimesta. Lähipaikannusjärjestelmästä kerätty liikkumisdata käsiteltiin jälkikäteen Wisehockeyn toimesta siten, että tallenteella olevat ajanjaksot ennen jääharjoituksen alkua ja jääharjoituksen jälkeen suodatettiin pois 10 sekunnin tarkkuudella. Tässä tutkimuksessa oli käytössä myös lähipaikannusjärjestelmään yhdistetty kuvausjärjestelmä, joten kaikki jääharjoitukset tallennettiin myös videolle. Wisehockeyn omista raja-arvoista poiketen tässä tutkimuksessa yhdistettiin kaksi ensimmäistä nopeusalueetta (0–5 km/h ja 5–10 km/h) yhdeksi nopeusalueeksi, joka kattaa ajan ja matkan nopeusalueella 0–10 km/h. Tämä toimenpide yksinkertaisti eri nopeusalueiden tarkastelua, mutta lisäksi hitaiden luistelunopeuksien erittelemisen kahteen eri nopeusalueeseen ei olisi tuonut kuormituksen mittaamiseen lisäarvoa.

Wisehockeyn älykiekkojärjestelmä perustuu Quuppa Real-Time Locating System-lähipaikannusjärjestelmään jonka on osoitettu olevan validi järjestelmä joukkueurheilussa (Figueira ym 2018). Lähipaikannusjärjestelmän toiminta perustuu siihen, että pelaajien hartiasuojiiin kiinnitetyt lähettimet lähettävät radiosignaalia bluetooth-yhteydellä 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) Wisehockeyn lähipaikannusjärjestelmän rakenne ja toiminta on esitelty kuvassa 7. Myös maalivahtit pitivät yllään lähettimiä, mutta maalivahteja koskevat ulkoisen kuormituksen tiedot jätettiin pois tilastollisesta analyysistä, sillä maalivahtien ulkoisen kuormituksen mittaaminen lähipaikannusjärjestelmän sijanti- ja kiihtyvyystietojen perusteella ei ole järkevää maalivahtien liikkumisen luonteen vuoksi.



KUVA 7. Lähipaikannusjärjestelmän rakenne ja toiminta (Wisehockey 2020).

7.3.2 Sisäinen kuormitus

Sykemuuttujat. Sisäistä kuormitusta mitattiin sykemittauksen sekä sykkeestä johdettujen kuormitusmuuttujien avulla. Sykettä mitattiin Polar Team Pro sykeseurantajärjestelmän avulla. Tut-

kimusprojektin 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. Syke-seuranta käynnistettiin aina hyvissä ajoin ennen jääharjoituksen alkua tutkimusprojektin tekijöiden toimesta ja päätettiin aina jääharjoituksen loputtua. Sykedata 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 VO₂max testistä määritetty maksimisyke. Maksimisyke päivitettiin uudestaan järjestelmään, mikäli jääharjoitusten aikana mitattiin jollekin pelaajalle uusi maksimisyke. Tämä edellytti sitä, että uusi mitattu maksimisyke näytti jääharjoitusta koskevalla sykekäyrällä todelliselta, eikä esimerkiksi häiriöstä johtuvasta sykepiikistä. Sykettä koskevia sisäisen kuormituksen muuttujia olivat 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 laskee TRIMP:n alkuperäisellä Banisterin TRIMP-kaavalla (Polar Training Load Pro 2019), jossa HR_(t) = kuormituksen aikainen syke, HR_(rest) = leposyke, ja HR_(max) = maksimisyke:
$$\sum_{t_0}^{t_{final}} \frac{HR_{(t)} - HR_{(rest)}}{HR_{(max)} - HR_{(rest)}} \cdot 0,64 \cdot e^{1,92 \frac{HR_{(t)} - HR_{(rest)}}{HR_{(max)} - HR_{(rest)}}}$$

Koettu kuormitus ja koettu palautuminen. Sisäistä kuormitusta mitattiin koetun kuormituksen avulla. Koettua kuormitusta mitattiin CR-10 RPE-taulukon mukaisella RPE-kyselyllä (liite 1). Tutkittavan arvion perusteella saatiin selville jokaisesta harjoitteesta ja harjoituksesta RPE-arvo, joka kuvastaa suorituksen keskimääräistä intensiteettiä. Kertomalla RPE harjoituksen kestolla, saadaan selville harjoituksen kokonaiskuormitusta kuvaava sRPE-arvo, joka huomioi intensiteetin lisäksi harjoituksen keston (Haddad ym. 2017). Tässä tutkimuksessa sRPE laskettiin seuraavasti: sRPE = RPE (0–10) × aika (min). RPE-kysely toteutettiin paperilomakkeen avulla jokaisen harjoituksen jälkeen siten, että pelaajat vastasivat henkilökohtaisesti lomakkeelle oman arvionsa päätyneen harjoituksen kuormituksesta n. 15–30 minuuttia harjoituksen päättymisestä. Tämä vastaustapa mahdollistaa sen, että harjoituksen viimeisten minuuttien kuormitus

ei vaikuta koko harjoitusta koskevaan arvioon (Rago ym. 2022). Koettua palautumista arvioitiin TQRS-kyselyn avulla (liite 2). 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.

7.3.3 Suorituskykytestaus

Kaikki joukkueet suorittivat suorituskykytestit osana joukkueiden harjoitusleirejä. Vierumäen urheiluopiston ammattitestaajat suorittivat kaikki suorituskykytestit lukuun ottamatta jäällä tehtyjä 10 x 20 m testiä ja 10/30 m luistelusprinttiä. Luistelusprintit testattiin tämän tutkimusprojektin tekijöiden toimesta, ja 10x20 m luistelutesti toteutettiin kunkin joukkueen valmennusryhmän toimesta. Huolellinen alkuverryttely ennen kuntotestausta toteutettiin joukkueen fysiikkavalmentajan johdolla. Jokainen pelaaja täytti terveystarkastuksen ja kävi Jääkiekkoliiton lääkärin tarkastuksessa ennen VO₂max-testiä. Harjoitusleirien aikana tehdyt kuntotestit on esitelty taulukossa 8.

Pelaajien rasvaprosentti mitattiin rasvapihdeillä neljän pisteen menetelmällä. Sekä juoksu- että luistelusprintit testattiin 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:n painoisen kuntopallon kehon sivulta vartalon kiertoa hyödyntäen suoraan eteenpäin mahdollisimman pitkälle. Käden maksimaalinen puristusvoima testattiin istuma-asennossa puristusvoiman mittaamiseen tarkoitettulla laitteella. Teoreettinen VO₂max, maksimiteho sekä maksimisyke määritettiin uupumukseen asti tehdystä polkupyöräergometritestistä, jonka aikana mitattiin sykettä ja polkemistehoa. Maksimaalinen 10 x 20 m -luistelutesti toteutettiin siten, että pelaaja luisteli mahdollisimman nopeasti edestakaisin 20 metrin matkan kymmenen kertaa.

TAULUKKO 8. Harjoitusleirien aikana tehdyt kuntotestit.

Kuntotestit					
Antropometria & kehonkoostumus	Nopeus	Nopeusvoima	Voima	Kestävyys	Jäätetit
Pituus (cm)	10 m juoksu (s)	Kevennyshyppy (cm)	Puristusvoima (kg)	teor. VO _{2max} (ml/kg/min)	10 m nopeus (s)
Paino (kg)	30 m juoksu (s)	Vauhditon pituus (cm)	Leuanveto (kpl)	Maksimiteho (W)	30 m nopeus (s)
BMI		Kuntopallon heitto sivulta (m)	Riippuvat (kpl)	Maksimiteho (W/kg)	10x20m luistelutesti (s)
Rasva %				Maksimisyke (bpm)	

7.3.4 Hermolihasjärjestelmän väsymys

Hermolihasjärjestelmän väsymystä arvioitiin 10 ja 30 metrin luisteluspinttiajan avulla. 30 metrin sprintti mitattiin 10 metrin väliajalla valokennojen (Newtest Powertimer 300, Newtest Oy, Oulu, Suomi) avulla jokaisen harjoitusleirin alussa sekä mahdollisuuksien mukaan jokaisen harjoituspäivän lopussa aina illan jääharjoituksen päätyttyä. Aikataulullisista syistä johtuen pelaajilla oli vain yksi tai kaksi yritystä luisteluspinttimittauksissa.

7.4 Tilastollinen analyysi.

Ulkoisen ja sisäisen kuormituksen datan käsittelyyn käytettiin Microsoft Excel 2010 (Microsoft Corporation, Washington, Yhdysvallat) laskentataulukko -ohjelmaa. Tilastolliseen analyysiin käytettiin SPSS Statistics 26 -ohjelmaa (International Business Machines Corporation, New York, Yhdysvallat). Aineiston normaalijakauma testattiin Shapiro-Wilkin ja Kolmogorov-Smirnovin normaalijakaumatesteillä. Aineiston epänormaalien jakaumien vuoksi tässä tutkimuksessa käytettiin nonparametrisiä testejä. Kaikki testit olivat kaksisuuntaisia. Ulkoisen ja sisäisen kuormituksen välistä yhteyttä testattiin Spearmanin korrelaatiotestillä, pelipaikkakohtaisia ja joukkuekohtaisia eroja keskiarvoissa Mann-Whitney U-testillä, sekä kuormituksen, TQRS:n ja sprinttisuorituskyvyn päivittäistä vaihtelua Friedman-testillä. Tutkittavat, jotka olivat poissa

yhdestä tai useammasta jääharjoituksesta, jätettiin pois kumulatiivista viikkokuormaa koskevista tilastollisista testeistä. Maalivahtien pienen lukumäärän ja ulkoisen kuormituksen tietojen puuttumisen vuoksi maalivahtit täytyi jättää pois pelipaikkakohtaisista tilastollisista testeistä lukuun ottamatta kuvailevia tunnuslukuja. U17- ja U18-joukkueita käsiteltiin tilastollisesti toisistaan erillisinä, sillä joukkueiden harjoittelussa oli niin suuria eroja, jotka estivät joukkueiden harjoittelusta kerätyn kuormitusdatan yhdistämisen yhdeksi kokonaisuudeksi. Tilastollisen merkitsevyyden rajaksi määritettiin $p < 0,05$. Korrelaation voimakkuutta tarkasteltiin seuraavien raja-arvojen avulla: pieni ($r = 0,1-0,3$), kohtalainen ($r = 0,3-0,5$), voimakas ($r = 0,5-0,7$), erittäin voimakas ($r = 0,7-0,9$), ja lähes täydellinen ($r > 0,9$) (Hopkins ym. 2009).

8 TULOKSET

Taulukossa 9 on esiteltyä joukkueiden suorituskykytestauksen tulokset. Suorituskykytestien tuloksia ei hyödynnetty tilastollisessa analyysissä lukuun ottamatta joukkuekohtaisten erojen tarkastelua. Joukkueiden välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero keskiarvoissa ainoastaan kuntopallonheitossa sekä maksimisykkeessä.

TAULUKKO 9. Joukkueiden suorituskykytestien keskiarvot (\pm keskihajonta).

Fysiikkatesti	U17 (n = 29)	U18 (n = 29)
Pituus (cm)	181,12 \pm 5,28	183,08 \pm 5,04
Paino (kg)	78,19 \pm 8,17	79,24 \pm 5,30
BMI	23,803 \pm 1,99	23,65 \pm 1,55
Rasva %	12,85 \pm 2,87	12,30 \pm 2,44
10 m juoksu (s)	1,74 \pm 0,69	1,75 \pm 0,07
30 m juoksu (s)	4,23 \pm 0,19	4,24 \pm 0,16
Vauhditon pituus (cm)	253,31 \pm 13,47	255,32 \pm 15,72
Kevennyshyppy (cm)	40,24 \pm 4,84	40,15 \pm 5,31
Kevennyshyppy (40 kg) (cm)		20,82 \pm 3,26
Kuntopallonheitto (3 kg) sivulta (m) ^a	12,90 \pm 1,31	13,18 \pm 0,81
Kuntopallonheitto (3 kg) sivulta (m) ^b	12,60 \pm 1,13*	13,24 \pm 0,88
Puristusvoima (kg) ^a	52,86 \pm 5,48	55,21 \pm 6,00
Puristusvoima (kg) ^b	52,90 \pm 5,77	54,61 \pm 6,82
Leuanveto (kpl)	12 \pm 4	12 \pm 4
Riippuvatsat (kpl)	15 \pm 6	17 \pm 5
Maksimiteho (W) ^c	325,40 \pm 27,27	335,62 \pm 30,55
Suhteellinen maksimiteho (W/kg) ^c	4,22 \pm 0,30	4,23 \pm 0,35
Teor. VO ₂ max (ml/kg/min) ^c	53,72 \pm 3,37	53,62 \pm 3,88
Maksimisyke (bpm) ^c	197 \pm 8*	193 \pm 7
10 m luistelu (s)	1,92 \pm 0,09	1,89 \pm 0,08
30 m luistelu (s)	4,43 \pm 0,18	4,34 \pm 0,12
10 \times 20 m luistelu (s)	42,15 \pm 1,71	41,61 \pm 1,01

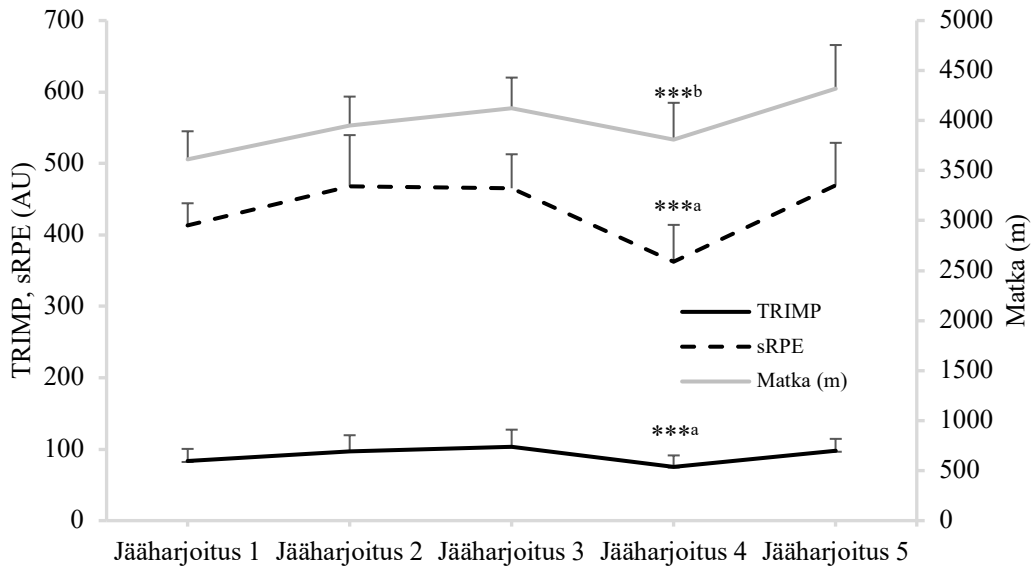
^a Oikea puoli; ^b vasen puoli; ^c testitulos määritetty maksimaalisesta VO₂max polkupyöräergometritestistä. * p < 0,05 tilastollisesti merkitsevä ero joukkueiden välillä.

Taulukossa 10 on esitelty kenttäpelaajien yksittäisen harjoituksen keskimääräinen kuormitus sekä joukkueiden väliset erot. Kokonaiskuormituksen ja kuormitusintensiteetin harjoituskoh- taista vaihtelua joukkueittain on esitelty kuvissa 8.1–8.4.

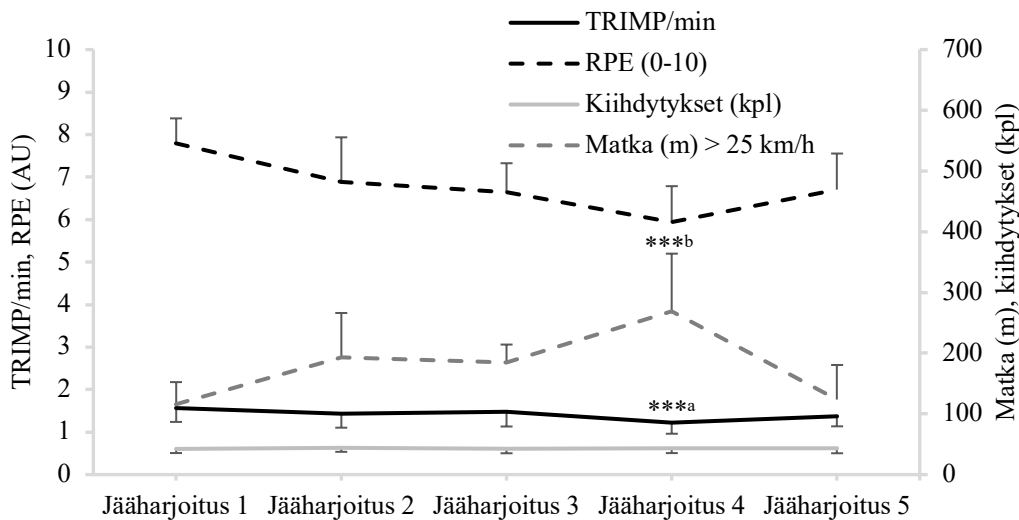
TAULUKKO 10. Kenttäpelaajien yksittäisen jääharjoituksen sisäisen (keskisyke, TRIMP, eri sykealueilla vietetty suhteellinen aika, ja sRPE) ja ulkoisen kuormituksen (luistelumatka, kiih- dytykset, jarrutukset, sekä absoluuttinen että suhteellinen matka eri nopeusalueilla) keskiarvot (\pm keskihajonta).

Kuormitusmuuttuja	U17 (n = 25)	U18 (n = 25)
Keskisyke (% HR _{max})	71,78 \pm 3,90	72,22 \pm 3,42
TRIMP (AU)	90,63 \pm 17,29	91,56 \pm 14,84
TRIMP/min	1,41 \pm 0,25	1,43 \pm 0,23
% Sykealue 1 ^a	15,25 \pm 10,79	13,99 \pm 9,85
% Sykealue 2 ^b	31,83 \pm 6,08	31,52 \pm 5,20
% Sykealue 3 ^c	24,44 \pm 4,87	24,57 \pm 4,59
% Sykealue 4 ^d	22,55 \pm 5,68	22,24 \pm 5,10
% Sykealue 5 ^e	5,93 \pm 6,18*	7,69 \pm 5,78
RPE (1–10)	6,78 \pm 0,77**	5,95 \pm 0,75
sRPE (AU)	430,93 \pm 41,64	387,85 \pm 50,87
Luistelumatka (m)	3879,90 \pm 260,28	3778,41 \pm 284,24
Kiihdytykset (kpl)	43 \pm 5 ***	55 \pm 7
Kovat kiihdytykset (kpl)	2 \pm 1***	5 \pm 1
Jarrutukset (kpl)	40 \pm 6*	44 \pm 5
Matka (m) 0–10 km/h	1640,17 \pm 203,34***	1460,16 \pm 137,97
Matka (%) 0–10 km/h	43,53 \pm 3,47***	38,88 \pm 2,14
Matka (m) 10–15 km/h	1017,55 \pm 103,45***	777,11 \pm 78,63
Matka (%) 10–15 km/h	25,98 \pm 1,62***	20,38 \pm 1,04
Matka (m) 15–20 km/h	656,91 \pm 76,37	684,32 \pm 90,78
Matka (%) 15–20 km/h	16,81 \pm 1,20 **	18,16 \pm 1,64
Matka (m) 20–25 km/h	356,37 \pm 50,54***	473,54 \pm 52,97
Matka (%) 20–25 km/h	9,22 \pm 1,04***	12,57 \pm 1,22
Matka (m) > 25 km/h	171,51 \pm 39,77***	368,38 \pm 87,01
Matka (%) > 25 km/h	4,46 \pm 1,08***	10,01 \pm 2,28

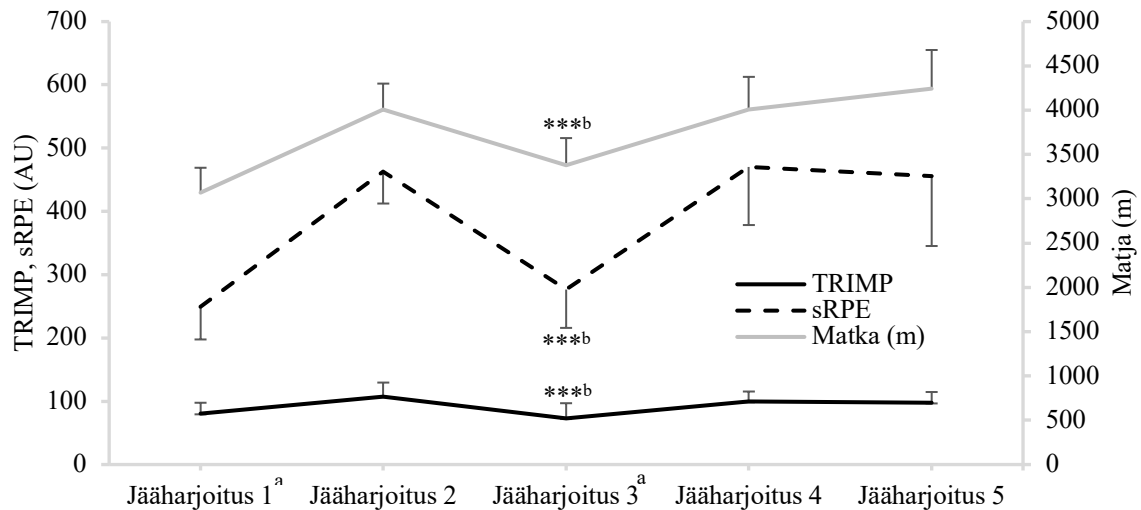
AU = arbitrary units, mielivaltainen yksikkö; ^a 50–59 % HR_{max}; ^b 60–69 % HR_{max}; ^c 70–79 % HR_{max}; ^d 80–89 % HR_{max}; ^e 90–100 % HR_{max}. * p < 0,05 tilastollisesti merkitsevä ero joukkuei- den välillä; ** p < 0,01 tilastollisesti merkitsevä ero joukkueiden välillä; *** p < 0,001 tilastol- lisesti merkitsevä ero joukkueiden välillä.



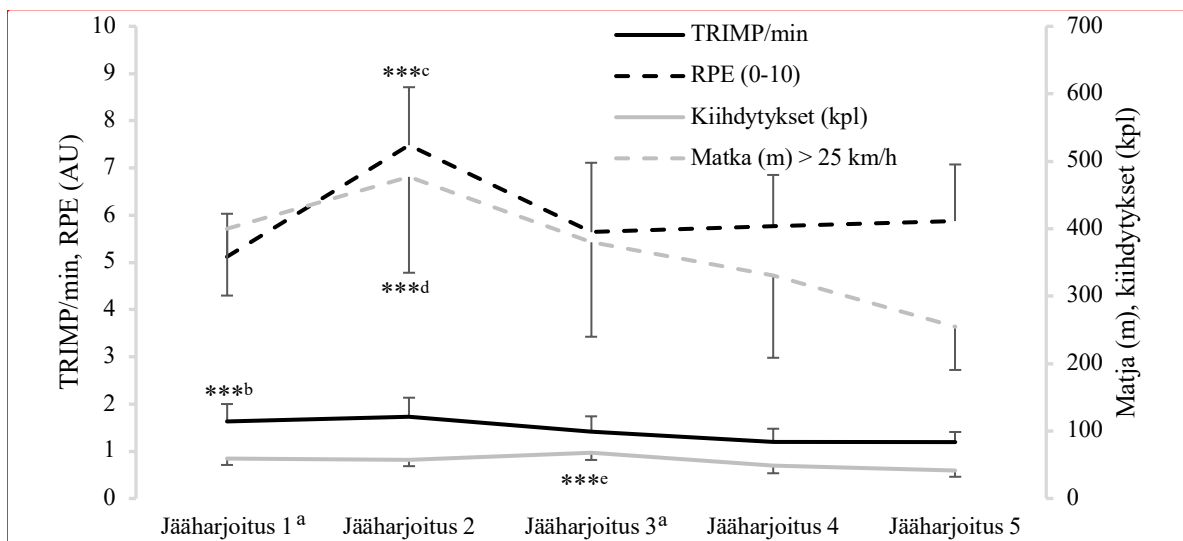
KUVA 8.1 U17 joukkueen ulkoisen ja sisäisen kokonaiskuormituksen harjoituskohtainen vaihtelu luistelumatkan, TRIMP:n ja sRPE:n perusteella. Arvot ovat keskiarvoja ja hajontapylväät kuvaavat keskihajontaa. AU = arbitrary units, mielivaltainen yksikkö; *** $p < 0,001$ tilastollisesti merkitsevä ero harjoitusten välillä; a = eroaa harjoituksista 2, 3 ja 5; b = eroaa harjoituksista 3 ja 5.



KUVA 8.2 U17 joukkueen ulkoisen ja sisäisen kuormitusintensiteetin harjoituskohtainen vaihtelu > 25 km/h luistelumatkan, kiihdytysten, RPE:n ja TRIMP/min:n perusteella. Arvot ovat keskiarvoja ja hajontapylväät kuvaavat keskihajontaa. AU = arbitrary units, mielivaltainen yksikkö; *** $p < 0,001$ tilastollisesti merkitsevä ero harjoitusten välillä; a = eroaa harjoituksista 1 ja 3; b = eroaa harjoituksista 1 ja 5.



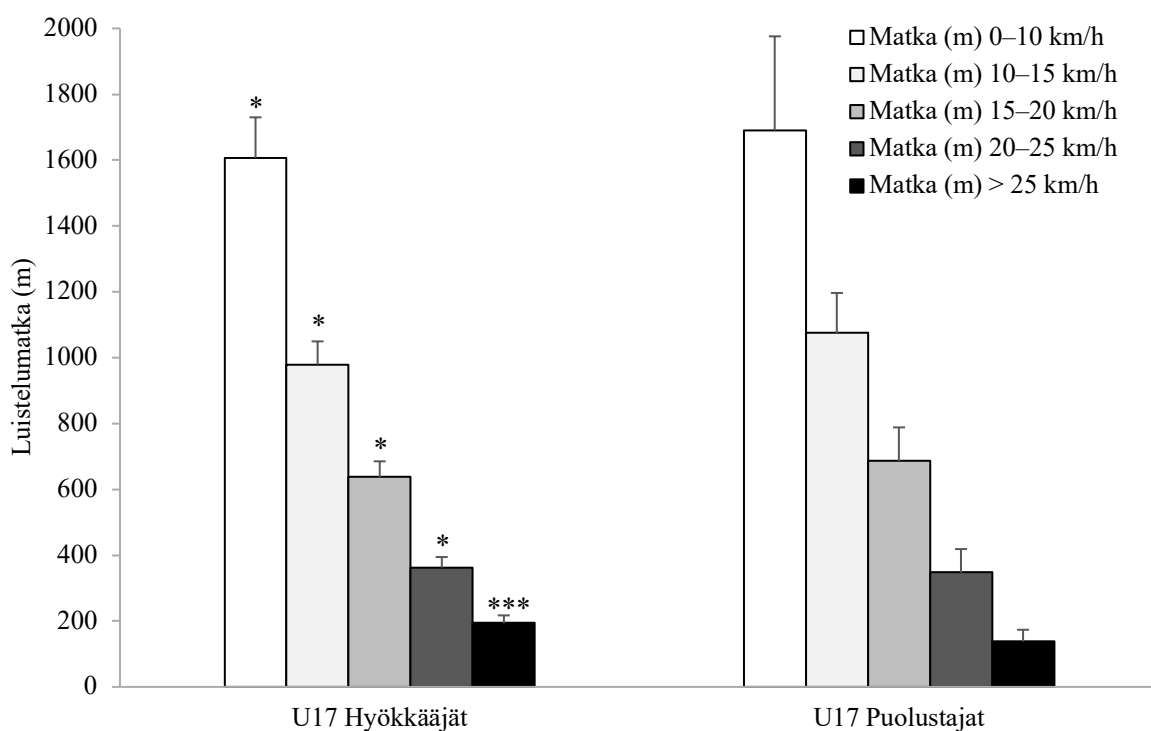
KUVA 8.3 U18 joukkueen ulkoisen ja sisäisen kokonaiskuormituksen harjoituskohtainen vaihtelu luistelumatkan, TRIMP:n ja sRPE:n perusteella. Arvot ovat keskiarvoja ja hajontapylväät kuvaavat keskihajontaa. AU = arbitrary units, mielivaltainen yksikkö; a = pelipaikkakohtainen jääharjoitus; *** p < 0,001 tilastollisesti merkitsevä ero harjoitusten välillä; b = eroa harjoituksista 2, 4 ja 5.



KUVA 8.4 U18 joukkueen ulkoisen ja sisäisen kuormitusintensiteetin harjoituskohtainen vaihtelu > 25 km/h luistelumatkan, kiihdytysten, RPE:n ja TRIMP/min:n perusteella. Arvot ovat keskiarvoja ja hajontapylväät kuvaavat keskihajontaa. AU = arbitrary units, mielivaltainen yksikkö; *** p < 0,001 tilastollisesti merkitsevä ero harjoitusten välillä; b = eroa harjoituksista 3, 4 ja 5; c = eroa harjoituksista 1, 3, 4 ja 5; d = eroa harjoituksista 3, 4 ja 5; e = eroa harjoituksista 4 ja 5.

8.1 Pelipaikkakohtainen kuormittavuus

Kenttäpelaajia vertailtaessa U17 joukkueella ei havaittu eroja sisäisessä kuormituksessa yksittäisen harjoituksen keskiarvoissa, mutta puolustajille kertyi $251,21 \pm 187,16$ m enemmän luistelumatkaa ($p < 0,001$) (taulukko 11.1), ja hieman enemmän luistelumatkaa 0–10 km/h ($p < 0,05$) ja 10–15 km/h nopeusalueilla ($p < 0,01$). Hyökkääjille sen sijaan kertyi enemmän suhteellista luistelumatkaa 20–25 km/h nopeusalueella ($p < 0,01$), sekä absoluuttista ja suhteellista luistelumatkaa nopeimmalla > 25 km/h nopeusalueella ($p < 0,001$). (Kuva 9; taulukko 11.1) Viikkotasolla ei myöskään havaittu eroja sisäisessä kuormituksessa, ja ulkoisessa kuormituksessa erot olivat vastaavanlaisia kuin harjoituskohtaisessa kuormituksessa kokonaismatkan (taulukko 11.2) ja eri nopeusalueiden suhteen, eli puolustajat luistelivat enemmän, mutta hyökkääjät luistelivat enemmän korkeimmilla nopeusalueilla (kuva 10; taulukko 11.2).



KUVA 9. U17 hyökkääjien ja puolustajien pelipaikkakohtaiset erot yksittäisen jääharjoituksen luistelumatkan (m) jakautumisessa eri nopeusalueille. Arvot ovat keskiarvoja ja hajontapylväät kuvaavat keskihajontaa. * $p < 0,05$ tilastollisesti merkitsevä ero pelipaikkojen välillä; *** $p < 0,001$ tilastollisesti merkitsevä ero pelipaikkojen välillä.

TAULUKKO 11.1. U17 joukkueen yksittäisen jääharjoituksen pelipaikkakohtaiset erot sisäisessä (keskisyke, TRIMP, eri sykealueilla vietetty suhteellinen aika, ja sRPE) ja ulkoisessa kuormituksessa (luistelumatka, kiihdytykset, jarrutukset, sekä suhteellinen matka eri nopeusalueilla). Pelipaikkakohtaiset keskiarvot (\pm keskihajonta) sekä pelipaikkojen välinen keskimääräinen ero (hyökkääjät - puolustajat) ja 95 % luottamusvälit (95 % CI).

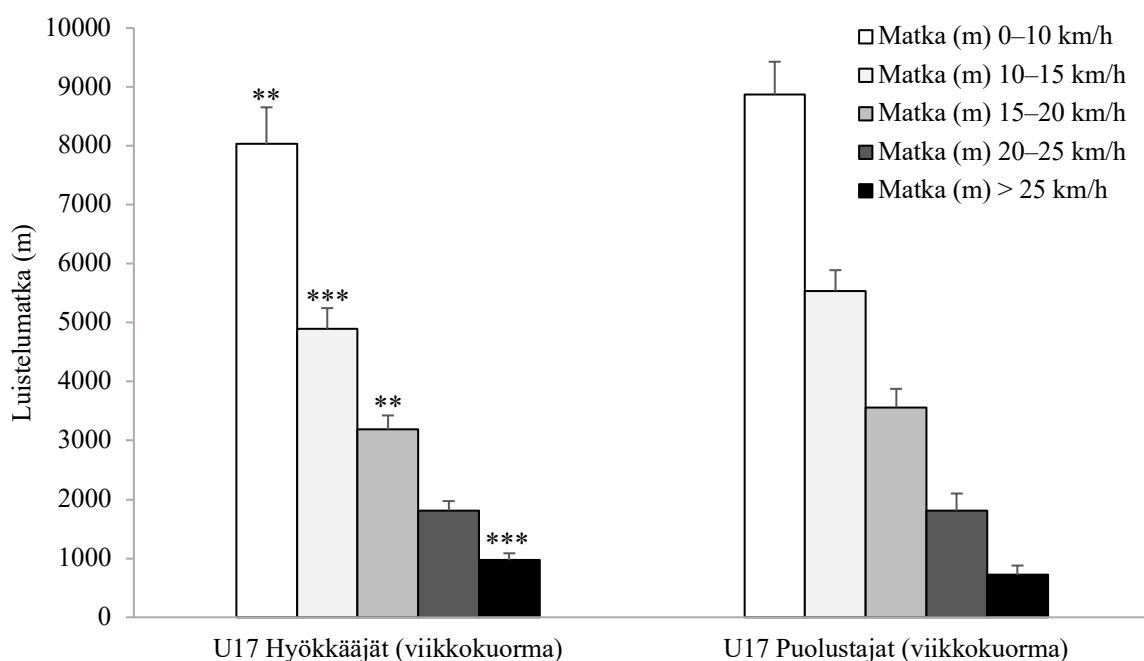
Kuormitusmuuttuja	Hyökkääjät (n = 15)	Puolustajat (n = 10)	Pelipaikkojen ero (95 % CI)
Keskisyke (% HR _{max})	71,19 \pm 3,64	72,68 \pm 4,28	-1,49 (-4,79–1,81)
TRIMP (AU)	87,89 \pm 14,39	94,76 \pm 21,06	-6,87 (-21,49–7,74)
TRIMP/min	1,36 \pm 0,22	1,49 \pm 0,29	-0,13 (-0,34–0,08)
% Sykealue 1 ^a	15,67 \pm 10,42	14,63 \pm 11,88	1,04 (-8,26–10,34)
% Sykealue 2 ^b	32,86 \pm 6,70	30,28 \pm 4,91	2,58 (-2,54–7,70)
% Sykealue 3 ^c	25,28 \pm 5,30	23,18 \pm 4,07	2,10 (-2,00–6,20)
% Sykealue 4 ^d	21,99 \pm 6,00	23,40 \pm 5,35	-1,41 (-6,27–3,45)
% Sykealue 5 ^e	4,20 \pm 4,05	8,51 \pm 7,99	-4,31 (-9,30–0,69)
RPE (1–10)	6,70 \pm 0,72	6,90 \pm 0,85	-0,20 (-0,86–0,45)
sRPE (AU)	431,38 \pm 47,32	430,26 \pm 33,77	1,13 (-34,79–37,05)
Luistelumatka (m)	3779,42 \pm 140,97***	4030,63 \pm 328,13	-251,21 (-447,87–54,55)
Kiihdytykset (kpl)	43 \pm 5	42 \pm 4	1 (-3–5)
Kovat kiihdytykset (kpl)	2 \pm 1	2 \pm 2	0 (-1–1)
Jarrutukset (kpl)	39 \pm 3	41 \pm 8	2 (-7–3)
Matka (%) 0–10 km/h	42,62 \pm 2,86	44,90 \pm 4,00	-2,28 (-5,11–0,55)
Matka (%) 10–15 km/h	25,70 \pm 1,54	26,39 \pm 1,73	0,69 (-2,05–0,67)
Matka (%) 15–20 km/h	16,82 \pm 1,13	16,79 \pm 1,36	0,03 (-1,00–1,06)
Matka (%) 20–25 km/h	9,69 \pm 0,69 **	8,52 \pm 1,11	1,17 (0,43–1,91)
Matka (%) > 25 km/h	5,17 \pm 0,61 ***	3,40 \pm 0,64	1,78 (1,25–2,30)

AU = arbitrary units, mielivaltainen yksikkö; ^a 50–59 % HR_{max}; ^b 60–69 % HR_{max}; ^c 70–79 % HR_{max}; ^d 80–89 % HR_{max}; ^e 90–100 % HR_{max}. * p < 0,05 tilastollisesti merkitsevä ero pelipaikkojen välillä; ** p < 0,01 tilastollisesti merkitsevä ero pelipaikkojen välillä; *** p < 0,001 tilastollisesti merkitsevä ero pelipaikkojen välillä.

TAULUKKO 11.2. U17 joukkueen pelipaikkakohtaiset erot kumulatiivisessa viikkokuormituksessa sisäisessä (TRIMP ja sRPE) sekä ulkoisessa (kiihdytykset, jarrutukset, sekä matka eri nopeusalueilla) kuormituksessa. Pelipaikkakohtaiset keskiarvot (\pm keskihajonta) sekä pelipaikkojen välinen keskimääräinen ero (hyökkääjät - puolustajat) ja 95 % luottamusvälit (95 % CI).

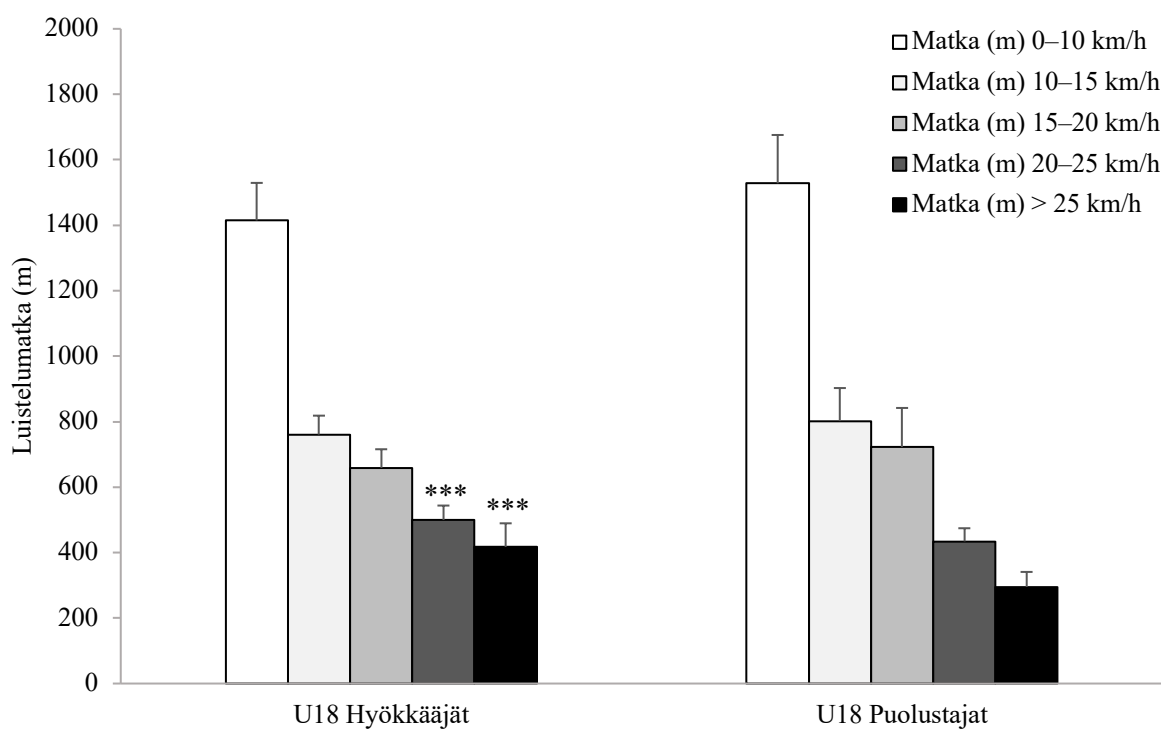
Kuormitusmuuttuja	Hyökkääjät (n = 15)	Puolustajat (n = 10)	Pelipaikkojen ero (95 % CI)
TRIMP (AU)	432,67 \pm 69,82	495,33 \pm 85,18	-62,67 (-128,92–3,58)
sRPE (AU)	1990,87 \pm 373,13	2038,33 \pm 295,35	-47,47 (-350,78–255,85)
Luistelumatka (m)	18897,08 \pm 704,83 ***	20504,78 \pm 1279,48	-1607,70 (-2442,51–772,90)
Kiihdytykset (kpl)	216 \pm 26	213 \pm 23	3 (-18–24)
Kovat kiihdytykset (kpl)	11 \pm 4	10 \pm 5	1 (-2–5)
Jarrutukset (kpl)	196 \pm 15	216 \pm 31	-20 (-40–1)
Matka (m) 0–10 km/h	8033,23 \pm 621,69 **	8872,15 \pm 556,73	-838,91 (-1362,59–315,24)
Matka (m) 10–15 km/h	4896,67 \pm 350,63***	5540,30 \pm 350,63	-643,63 (-942,68–344,57)
Matka (m) 15–20 km/h	3186,23 \pm 239,75 **	3562,95 \pm 314,20	-376,72 (-612,12–141,31)
Matka (m) 20–25 km/h	1811,27 \pm 161,08	1808,83 \pm 292,11	2,44 (-188,22–193,10)
Matka (m) > 25 km/h	969,68 \pm 116,57 ***	720,56 \pm 157,81	249,11 (132,77–365,46)

AU = arbitrary units, mielivaltainen yksikkö; ** $p < 0,01$ tilastollisesti merkitsevä ero pelipaikkojen välillä; *** $p < 0,001$ tilastollisesti merkitsevä ero pelipaikkojen välillä.



KUVA 10. U17 hyökkääjien ja puolustajien pelipaikkakohtaiset erot viikkotasolla luistelumatkan (m) jakautumisessa eri nopeusalueille. Arvot ovat keskiarvoja ja hajontapylväät kuvaavat keskihajontaa. ** $p < 0,01$ tilastollisesti merkitsevä ero pelipaikkojen välillä; *** $p < 0,001$ tilastollisesti merkitsevä ero pelipaikkojen välillä.

Yksittäisen jääharjoituksen tasolla U18 joukkueella ei havaittu eroja hyökkääjien ja puolustajien välillä sisäisessä kuormituksessa, mutta hyökkääjille kertyi enemmän jarrutuksia ($p < 0,05$), sekä absoluuttista ja suhteellista luistelumatkaa kahdella nopeimmalla (20–25 km/h ja > 25 km/h) nopeusalueella ($p < 0,001$) (kuva 11; taulukko 12.1). Puolustajille vastaavasti kertyi enemmän suhteellista luistelumatkaa 0–10 km/h ($p < 0,01$) ja 15–20 km/h ($p < 0,05$) nopeusalueilla (taulukko 12.1). Erot olivat vastaavanlaisia myös viikkotasolla, eli hyökkääjille kertyi enemmän jarrutuksia ($p < 0,05$) (taulukko 12.2) ja matkaa 20–25 km/h ($p < 0,01$) ja > 25 km/h ($p < 0,001$) nopeusalueilla, kun taas puolustajille kertyi enemmän matkaa hitaimmalla 0–10 km/h ($p < 0,05$) nopeusalueella (kuva 12; taulukko 12.2).



KUVA 11. U18 hyökkääjien ja puolustajien pelipaikkakohtaiset erot yksittäisen jääharjoituksen luistelumatkan (m) jakautumisessa eri nopeusalueille. Arvot ovat keskiarvoja ja hajontapylväät kuvaavat keskihajontaa. *** $p < 0,001$ tilastollisesti merkitsevä ero pelipaikkojen välillä.

TAULUKKO 12.1. U18 joukkueen yksittäisen jääharjoituksen pelipaikkakohtaiset erot sisäisessä (keskisyke, TRIMP, eri sykealueilla vietetty suhteellinen aika, ja sRPE) ja ulkoisessa kuormituksessa (luistelumatka, kiihdytykset, jarrutukset, sekä suhteellinen matka eri nopeusalueilla). Pelipaikkakohtaiset keskiarvot (\pm keskihajonta) sekä pelipaikkojen välinen keskimääräinen ero (hyökkääjät - puolustajat) ja 95 % luottamusvälit (95 % CI).

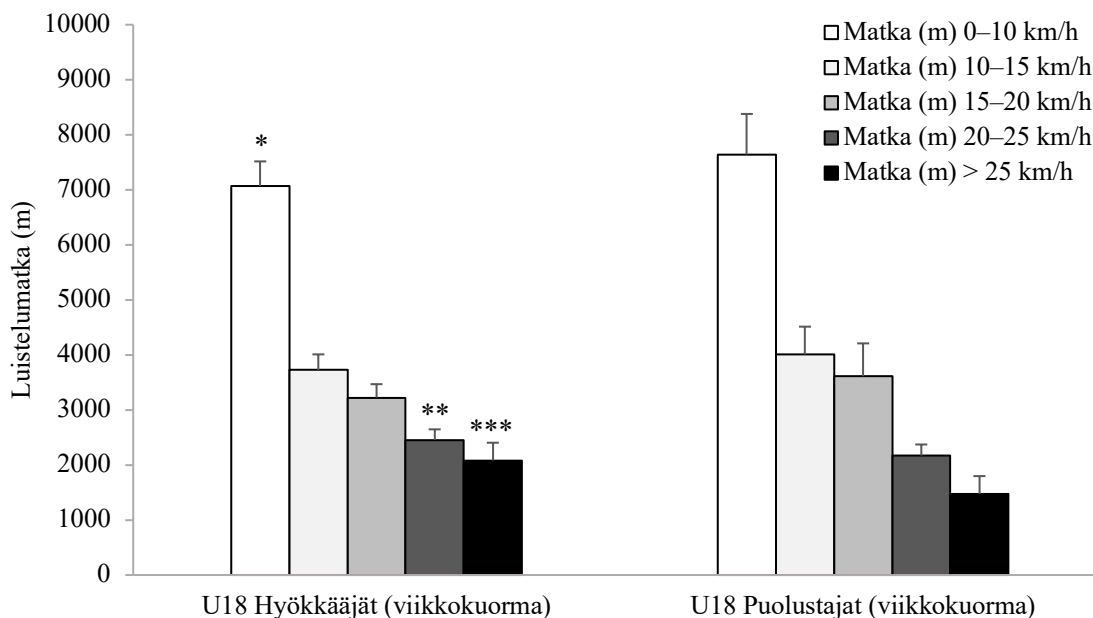
Kuormitusmuuttuja	Hyökkääjät (n = 15)	Puolustajat (n = 10)	Pelipaikkojen ero (95 % CI)
Keskisyke (% HR _{max})	72,40 \pm 3,31	71,94 \pm 3,74	0,46 (-2,48–3,41)
TRIMP (AU)	93,16 \pm 13,19	89,16 \pm 17,49	4,00 (-8,69–16,69)
TRIMP/min	1,44 \pm 0,22	1,40 \pm 0,25	0,04 (-0,15–0,24)
% Sykealue 1 ^a	14,82 \pm 10,35	12,75 \pm 9,44	2,07 (-6,38–10,52)
% Sykealue 2 ^b	30,44 \pm 4,50	33,10 \pm 5,98	-2,66 (-6,99–1,68)
% Sykealue 3 ^c	24,27 \pm 4,08	25,01 \pm 5,47	-0,74 (-4,68–3,21)
% Sykealue 4 ^d	22,48 \pm 5,94	21,87 \pm 3,78	0,62 (-3,78–5,01)
% Sykealue 5 ^e	7,98 \pm 5,83	7,27 \pm 5,99	0,71 (-4,27–5,68)
RPE (1–10)	5,85 \pm 0,55	6,10 \pm 1,00	-0,25 (-0,89–0,39)
sRPE (AU)	384,30 \pm 42,95	393,18 \pm 63,08	-8,88 (-52,99–34,84)
Luistelumatka (m)	3776,19 \pm 245,45	3781 \pm 348,87	-5,56 (-250,76–239,63)
Kiihdytykset (kpl)	55 \pm 7	54 \pm 6	1 (-4–8)
Kovat kiihdytykset (kpl)	5 \pm 1	5 \pm 1	0 (-1–1)
Jarrutukset (kpl)	45 \pm 5 *	41 \pm 3	4 (1–8)
Matka (%) 0–10 km/h	37,90 \pm 1,55 **	40,35 \pm 2,13	-2,45 (-3,97–
Matka (%) 10–15 km/h	20,02 \pm 0,81 *	20,93 \pm 1,15	-0,91 (-1,72–0,11)
Matka (%) 15–20 km/h	17,42 \pm 0,91 *	19,26 \pm 1,90	-1,85 (-3,01–0,68)
Matka (%) 20–25 km/h	13,35 \pm 0,83 ***	11,39 \pm 0,57	1,96 (1,33–2,58)
Matka (%) > 25 km/h	11,31 \pm 1,53 ***	8,06 \pm 1,78	3,25 (1,87–4,63)

AU = arbitrary units, mielivaltainen yksikkö; ^a 50–59 % HR_{max}; ^b 60–69 % HR_{max}; ^c 70–79 % HR_{max}; ^d 80–89 % HR_{max}; ^e 90–100 % HR_{max}. * p < 0,05 tilastollisesti merkitsevä ero pelipaikkojen välillä; ** p < 0,01 tilastollisesti merkitsevä ero pelipaikkojen välillä; *** p < 0,001 tilastollisesti merkitsevä ero pelipaikkojen välillä.

TAULUKKO 12.2. U18 joukkueen pelipaikkakohtaiset erot kumulatiivisessa viikkokuormituksessa sisäisessä (TRIMP ja sRPE) sekä ulkoisessa (kiihdytykset, jarrutukset, sekä matka eri nopeusalueilla) kuormituksessa. Pelipaikkakohtaiset keskiarvot (\pm keskihajonta) sekä pelipaikkojen välinen keskimääräinen ero (hyökkääjät - puolustajat) ja 95 % luottamusvälit (95 % CI).

Kuormitusmuuttuja	Hyökkääjät (n = 15)	Puolustajat (n = 10)	Pelipaikkojen ero (95 % CI)
TRIMP (AU)	472,08 \pm 60,36	447,78 \pm 83,92	24,30 (-39,68–88,28)
sRPE (AU)	1854,85 \pm 254,55	1915,56 \pm 336,69	-60,71 (-323,22–201,80)
Luistelumatka (m)	18555,10 \pm 1129,31	18908,75 \pm 1744,33	-353,65 (-1567,48–860,18)
Kiihdytykset (kpl)	274 \pm 44	268 \pm 32	6 (-28–41)
Kovat kiihdytykset (kpl)	24 \pm 7	25 \pm 6	-1 (-7–4)
Jarrutukset (kpl)	224 \pm 33 *	204 \pm 15	20 (-4–43)
Matka (m) 0–10 km/h	7068,78 \pm 447,50 *	7641,08 \pm 737,68	-572,30 (-1073,69–70,92)
Matka (m) 10–15 km/h	3726,54 \pm 293,21	4008,92 \pm 504,46	-282,38 (-616,60–51,84)
Matka (m) 15–20 km/h	3222,88 \pm 245,38	3612,57 \pm 596,76	-389,69 (-755,27–24,11)
Matka (m) 20–25 km/h	2455,17 \pm 192,07 **	2171,16 \pm 200,90	284,01 (115,95–452,07)
Matka (m) > 25 km/h	2081,73 \pm 322,50 ***	1475,01 \pm 229,80	606,72 (359,25–854,18)

AU = arbitrary units, mielivaltainen yksikkö; * $p < 0,05$ tilastollisesti merkitsevä ero pelipaikkojen välillä; ** $p < 0,01$ tilastollisesti merkitsevä ero pelipaikkojen välillä; *** $p < 0,001$ tilastollisesti merkitsevä ero pelipaikkojen välillä.



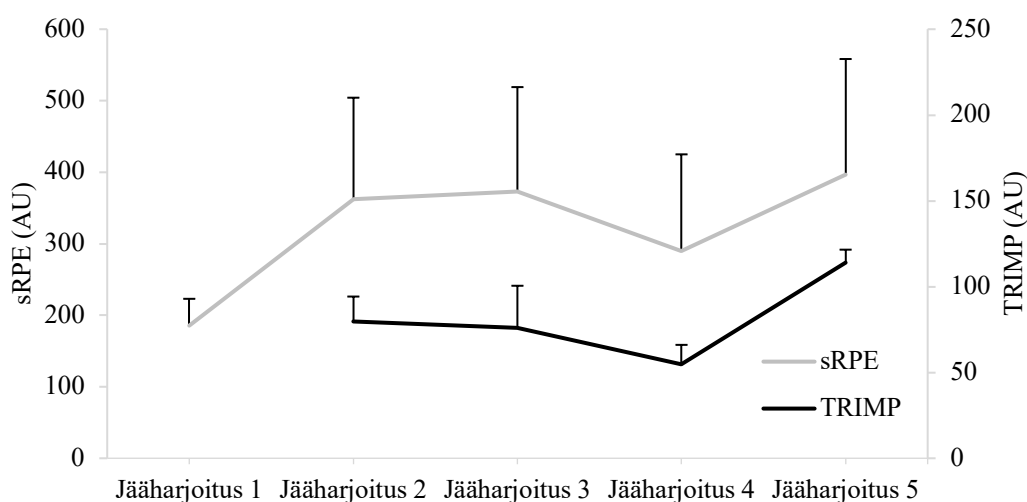
KUVA 12. U18 hyökkääjien ja puolustajien pelipaikkakohtaiset erot viikkotasolla luistelumatkan (m) jakautumisessa eri nopeusalueille. Arvot ovat keskiarvoja ja hajontapylväät kuvaavat keskihajontaa. ** $p < 0,01$ tilastollisesti merkitsevä ero pelipaikkojen välillä; *** $p < 0,001$ tilastollisesti merkitsevä ero pelipaikkojen välillä.

Maalivahtien yksittäisen harjoituksen sisäisen kuormituksen keskiarvoja (taulukko 13) ja päiväkohtaista vaihtelua (kuva 14.1; kuva 14.2) ei vertailtu joukkueiden, pelipaikkojen tai jääharjoitusten välillä tilastollisin menetelmin, mutta kuormituksessa vaikuttaisi olevan harjoituskoh- taista vaihtelua.

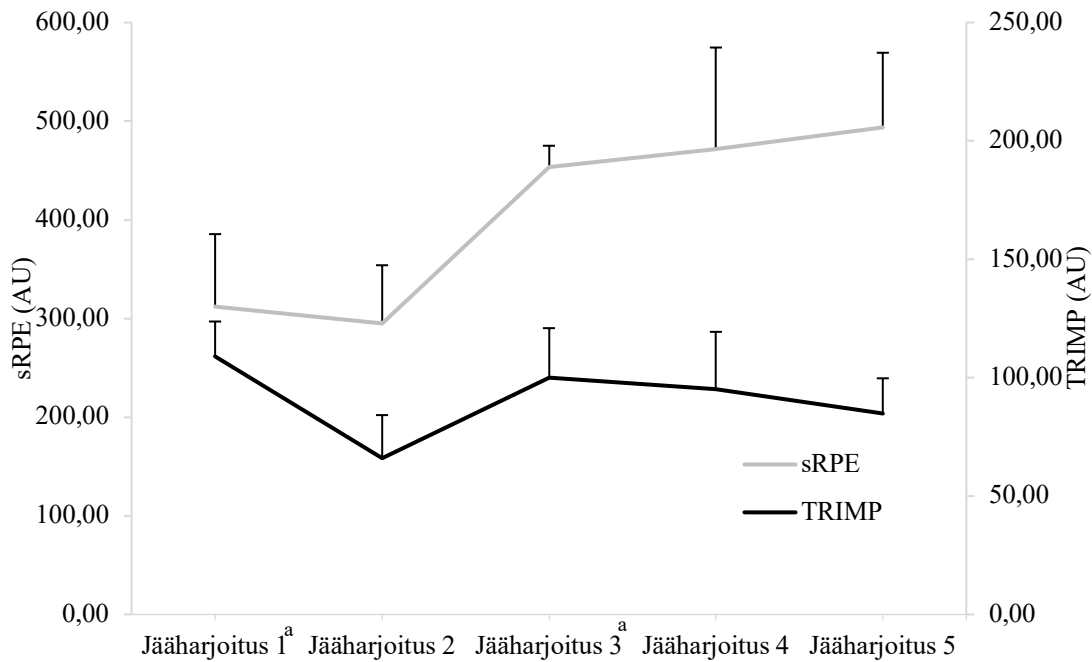
TAULUKKO 13. Maalivahtien yksittäisen jääharjoituksen sisäisen kuormituksen (keskisyke, TRIMP, eri sykealueilla vietetty suhteellinen aika, ja sRPE) keskiarvot (\pm keskihajonta) ja 95 % luottamusvälit (95 % CI).

Kuormitusmuuttuja	U17 (n = 4)		U18 (n = 4)	
	Keskiarvo	95 % CI	Keskiarvo	95 % CI
Keskisyke (% HR _{max})	67,63 \pm 5,03	59,62–75,63	71,80 \pm 2,94	67,12–76,48
TRIMP (AU)	78,19 \pm 18,73	48,39–107,99	90,63 \pm 14,95	66,83–114,42
TRIMP/min	1,15 \pm 0,27	0,72–1,59	1,42 \pm 0,20	1,10–1,75
% Sykealue 1 ^a	22,69 \pm 13,08	1,88–43,49	16,84 \pm 6,35	6,74–26,94
% Sykealue 2 ^b	32,31 \pm 2,25	28,73–35,88	29,91 \pm 5,12	21,77–38,05
% Sykealue 3 ^c	26,99 \pm 3,07	22,09–31,88	25,39 \pm 3,88	19,21–31,57
% Sykealue 4 ^d	16,59 \pm 9,21	1,94–31,25	19,49 \pm 3,75	13,53–25,46
% Sykealue 5 ^e	1,43 \pm 1,27	-0,60–3,45	8,36 \pm 5,31	-0,09–16,81
RPE (1–10)	5,09 \pm 1,57	2,59–7,58	6,41 \pm +0,71	5,29–7,53
sRPE (AU)	328,93 \pm 95,57	176,85–481,00	427,74 \pm 62,18	328,79–526,69

AU = arbitrary units, mielivaltainen yksikkö; ^a 50–59 % HR_{max}; ^b 60–69 % HR_{max}; ^c 70–79 % HR_{max}; ^d 80–89 % HR_{max}; ^e 90–100 % HR_{max}.



KUVA 14.1. U17 maalivahtien sisäisen kuormituksen (sRPE ja TRIMP) harjoituskohtainen vaihtelu. Arvot ovat keskiarvoja ja hajontapylväät kuvaavat keskihajontaa. AU = arbitrary units, mielivaltainen yksikkö.



KUVA 14.2. U18 maalivahtien sisäisen kuormituksen (sRPE ja TRIMP) harjoituskohtainen vaihtelu. Arvot ovat keskiarvoja ja hajontapylväät kuvaavat keskihajontaa. AU = arbitrary units, mielivaltainen yksikkö; ^a pelipaikkakohtainen jääharjoitus.

8.2 Ulkoisen ja sisäisen kuormituksen välinen yhteys

Ulkoisen ja sisäisen kuormituksen välistä yhteyttä U17 joukkueella on esitelty taulukoissa 14.1, 14.2 ja 14.3. Yleisesti ottaen ulkoisen ja sisäisen kuormituksen muuttujien väliset korrelaatiot olivat vähäisiä ja voimakkuudeltaan kohtalaisia, mutta U17 joukkueella luistelumatka ($r = 0,41$; 95 % CI = 0,30–0,50; $p < 0,05$) ja kiihdytykset ($r = 0,42$; 95 % CI = 0,01–0,70; $p < 0,05$) korreloivat kohtalaisesti keskisykkeen kanssa, jonka lisäksi luistelumatka korreloi kohtalaisesti TRIMP:n kanssa sekä yksittäisen harjoituksen tasolla ($r = 0,41$; 95 % CI = 0,00–0,70; $p < 0,05$) (taulukko 14.2) että viikkotasolla ($r = 0,43$; 95 % CI = 0,01–0,71; $p < 0,05$) (taulukko 14.3). Vastaavasti 15–20 km/h nopeusalueen matkan ja TRIMP:n välillä havaittiin kohtalainen korrelaatio yksittäisen harjoituksen tasolla ($r = 0,44$; 95 % CI = 0,04–0,72; $p < 0,05$) (taulukko 14.2) ja viikkotasolla ($r = 0,43$; 95 % CI = 0,02–0,72; $p < 0,05$) (taulukko 14.3).

TAULUKKO 14.1. U17 (n = 25) joukkueen ulkoisen (luistelumatka, kiihdytykset, jarrutukset, sekä absoluuttinen että suhteellinen matka eri nopeusalueilla) ja keskisykkeen sekä eri sykealueilla vietetyn suhteellisen ajan välinen yhteys. Tulokset on esitetty muodossa Spearmanin korrelaatiokerroin (r).

Kuormitusmuuttuja	Keskisyke	% Sykealue 1	% Sykealue 2	% Sykealue 3	% Sykealue 4	% Sykealue 5
Luistelumatka	0,41 *	-0,33	-0,24	0,13	0,20	0,40
Kiihdytykset	0,42 *	-0,48 *	0,05	0,31	0,20	0,27
Kovat kiihdytykset	-0,20	0,03	0,05	0,01	0,07	-0,14
Jarrutukset	0,29	-0,36	0,05	0,20	0,00	0,30
Matka (m) 0–10 km/h	0,37	-0,33	-0,28	0,18	0,26	0,36
Matka (%) 0–10 km/h	0,17	-0,19	-0,09	0,05	0,18	0,12
Matka (m) 10–15 km/h	0,25	-0,22	-0,09	0,09	0,05	0,27
Matka (%) 10–15 km/h	0,19	-0,19	0,10	0,13	0,11	0,14
Matka (m) 15–20 km/h	0,36	-0,20	-0,28	-0,10	0,24	0,50 *
Matka (%) 15–20 km/h	0,19	-0,03	-0,21	-0,19	0,23	0,35
Matka (m) 20–25 km/h	-0,08	0,12	0,06	-0,03	-0,16	-0,04
Matka (%) 20–25 km/h	-0,29	0,27	0,22	-0,06	-0,23	-0,26
Matka (m) > 25 km/h	-0,22	0,15	0,16	0,14	-0,32	-0,22
Matka (%) > 25 km/h	-0,22	0,12	0,23	0,17	-0,32	-0,22

* p < 0,05 tilastollisesti merkitsevä korrelaatio kuormitusmuuttujien välillä.

TAULUKKO 14.2. U17 (n = 25) joukkueen ulkoisen (luistelumatka, kiihdytykset, jarrutukset, sekä absoluuttinen että suhteellinen matka eri nopeusalueilla) ja TRIMP:n sekä sRPE:n välinen yhteys. Tulokset on esitetty muodossa Spearmanin korrelaatiokerroin (r).

Kuormitusmuuttuja	TRIMP	TRIMP/min	RPE (1–10)	sRPE
Luistelumatka	0,41 *	0,40	-0,05	0,04
Kiihdytykset	0,38	0,37	-0,01	0,06
Kovat kiihdytykset	-0,04	0,00	0,10	0,14
Jarrutukset	0,28	0,26	-0,01	0,06
Matka (m) 0–10 km/h	0,34	0,31	0,12	0,13
Matka (%) 0–10 km/h	0,08	0,08	0,41 *	0,28
Matka (m) 10–15 km/h	0,26	0,28	-0,39	-0,30
Matka (%) 10–15 km/h	0,22	0,24	-0,61 ***	-0,53 **
Matka (m) 15–20 km/h	0,44 *	0,45 *	-0,19	-0,06
Matka (%) 15–20 km/h	0,32	0,33	-0,23	-0,11
Matka (m) 20–25 km/h	-0,02	-0,04	-0,03	0,06
Matka (%) 20–25 km/h	-0,23	-0,25	-0,10	-0,06
Matka (m) > 25 km/h	-0,21	-0,24	-0,11	-0,03
Matka (%) > 25 km/h	-0,20	-0,24	-0,17	-0,10

* p < 0,05 tilastollisesti merkitsevä korrelaatio kuormitusmuuttujien välillä; ** p < 0,01 tilastollisesti merkitsevä korrelaatio kuormitusmuuttujien välillä; *** p < 0,001 tilastollisesti merkitsevä korrelaatio kuormitusmuuttujien välillä.

TAULUKKO 14.3. U17 (n = 25) joukkueen ulkoisen kuormituksen (luistelumatka, kiihdytykset, jarrutukset, sekä absoluuttinen että suhteellinen matka eri nopeusalueilla) ja TRIMP:n sekä sRPE:n välinen yhteys kumulatiivisen viikkokuorman tasolla. Tulokset on esitetty muodossa Spearmanin korrelaatiokerroin (r).

Kuormitusmuuttuja	TRIMP	sRPE
Luistelumatka	0,43 *	0,26
Kiihdytykset	0,30	0,05
Kovat kiihdytykset	0,04	-0,05
Jarrutukset	0,16	0,26
Matka (m) 0–10 km/h	0,31	0,43 *
Matka (m) 10–15 km/h	0,21	-0,08
Matka (m) 15–20 km/h	0,43 *	-0,04
Matka (m) 20–25 km/h	-0,09	0,10
Matka (m) > 25 km/h	-0,36	-0,01

* p < 0,05 tilastollisesti merkitsevä korrelaatio kuormitusmuuttujien välillä.

Ulkoisen ja sisäisen kuormituksen välistä yhteyttä U18 joukkueella on esitelty taulukoissa 15.1, 15.2 ja 15.3. U18 joukkueella havaittiin luistelumatkan ja % sykealue 2:n (60–70 % HR_{max}) välillä kohtalainen negatiivinen yhteys ($r = -0,42$; 95 % CI = $-0,70$ – $-0,01$; $p < 0,05$), sekä luistelumatkan ja % sykealue 4:n (80–90 % HR_{max}) välillä kohtalainen yhteys ($r = 0,42$; 95 % CI = $0,01$ – $0,70$; $p < 0,05$). Ulkoisen kuormituksen ei havaittu olevan yhteydessä TRIMP:n eikä sRPE:n kanssa yksittäisen jääharjoituksen tasolla (taulukko 15.2) tai viikkotasolla (taulukko 15.3).

TAULUKKO 15.1. U18 (n = 25) joukkueen ulkoisen (luistelumatka, kiihdytykset, jarrutukset, sekä absoluuttinen että suhteellinen matka eri nopeusalueilla) ja keskisykkeen sekä eri sykealueilla vietetyn suhteellisen ajan välinen yhteys. Tulokset on esitetty muodossa Spearmanin korrelaatiokerroin (r).

Kuormitusmuuttuja	Keskisyke	% Sykealue 1	% Sykealue 2	% Sykealue 3	% Sykealue 4	% Sykealue 5
Luistelumatka	0,19	-0,05	-0,42 *	0,20	0,42 *	0,05
Kiihdytykset	0,00	-0,10	0,18	0,17	0,08	-0,02
Kovat kiihdytykset	-0,30	0,16	-0,01	0,08	-0,01	-0,27
Jarrutukset	0,05	0,03	-0,05	-0,05	0,20	0,06
Matka (m) 0–10 km/h	0,13	0,00	-0,19	0,20	0,27	0,02
Matka (%) 0–10 km/h	-0,15	-0,03	0,49 *	-0,07	-0,09	-0,03
Matka (m) 10–15 km/h	0,14	-0,14	-0,15	0,26	0,26	-0,03
Matka (%) 10–15 km/h	-0,01	-0,21	0,36	0,24	0,00	-0,01
Matka (m) 15–20 km/h	0,04	-0,10	-0,14	0,22	0,27	-0,03
Matka (%) 15–20 km/h	-0,04	-0,14	0,23	0,14	0,01	-0,04
Matka (m) 20–25 km/h	0,25	-0,09	-0,42 *	0,29	0,22	0,19
Matka (%) 20–25 km/h	0,25	-0,08	-0,37	0,24	0,01	0,24
Matka (m) > 25 km/h	-0,04	0,32	-0,50 *	-0,28	0,02	-0,08
Matka (%) > 25 km/h	-0,06	0,29	-0,38	-0,28	-0,10	-0,13

* $p < 0,05$ tilastollisesti merkitsevä korrelaatio kuormitusmuuttujien välillä.

TAULUKKO 15.2. U18 (n = 25) joukkueen ulkoisen (luistelumatka, kiihdytykset, jarrutukset, sekä absoluuttinen että suhteellinen matka eri nopeusalueilla) ja TRIMP:n sekä sRPE:n välinen yhteys. Tulokset on esitetty muodossa Spearmanin korrelaatiokerroin (r).

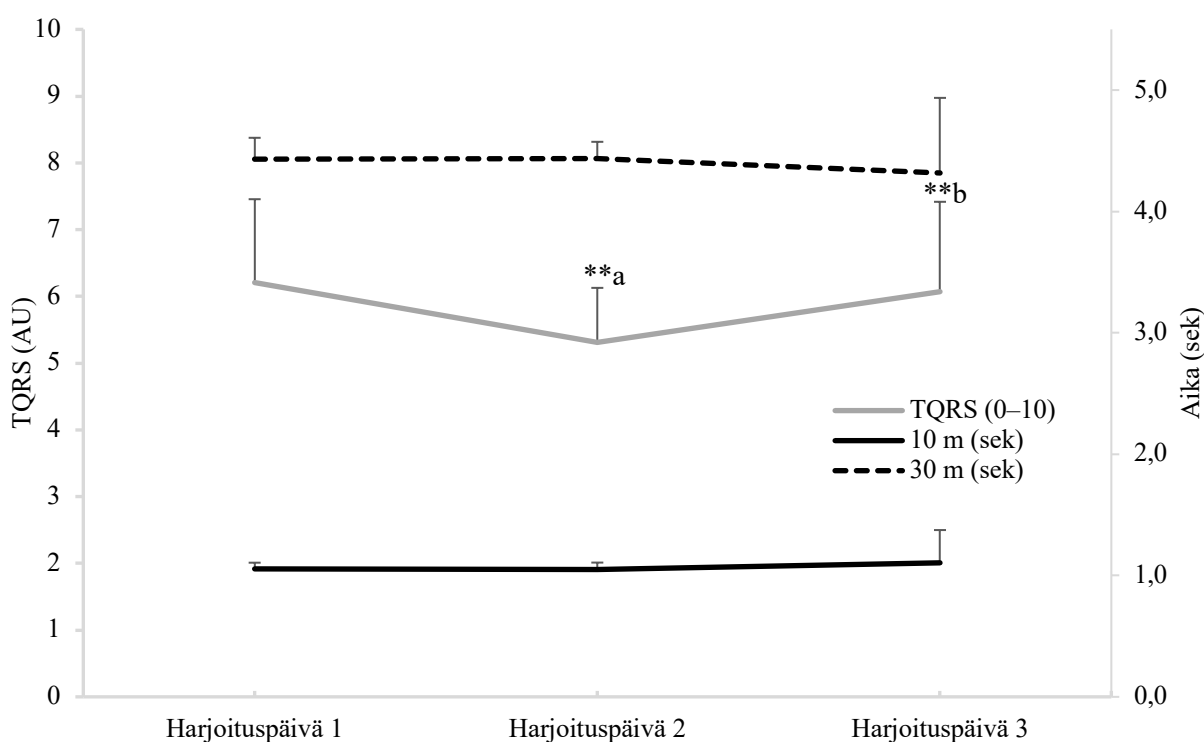
Kuormitusmuuttuja	TRIMP	TRIMP/min	RPE (1–10)	sRPE
Luistelumatka	0,15	0,24	-0,14	-0,09
Kiihdytykset	-0,06	-0,01	-0,02	-0,07
Kovat kiihdytykset	-0,36	-0,32	0,17	0,14
Jarrutukset	0,03	0,09	-0,08	-0,12
Matka (m) 0–10 km/h	0,10	0,14	-0,13	-0,14
Matka (%) 0–10 km/h	-0,11	-0,15	-0,04	-0,11
Matka (m) 10–15 km/h	0,08	0,15	0,02	0,02
Matka (%) 10–15 km/h	-0,08	-0,05	0,10	0,07
Matka (m) 15–20 km/h	-0,02	0,07	0,16	0,16
Matka (%) 15–20 km/h	-0,12	-0,07	0,31	0,28
Matka (m) 20–25 km/h	0,27	0,30	-0,16	-0,07
Matka (%) 20–25 km/h	0,29	0,27	-0,27	-0,19
Matka (m) > 25 km/h	-0,01	0,00	-0,06	0,01
Matka (%) > 25 km/h	-0,04	-0,05	-0,04	0,02

TAULUKKO 15.3. U18 (n = 25) joukkueen ulkoisen (luistelumatka, kiihdytykset, jarrutukset, sekä absoluuttinen että suhteellinen matka eri nopeusalueilla) ja TRIMP:n sekä sRPE:n välinen yhteys kumulatiivisen viikkokuormituksen tasolla. Tulokset on esitetty muodossa Spearmanin korrelaatiokerroin (r).

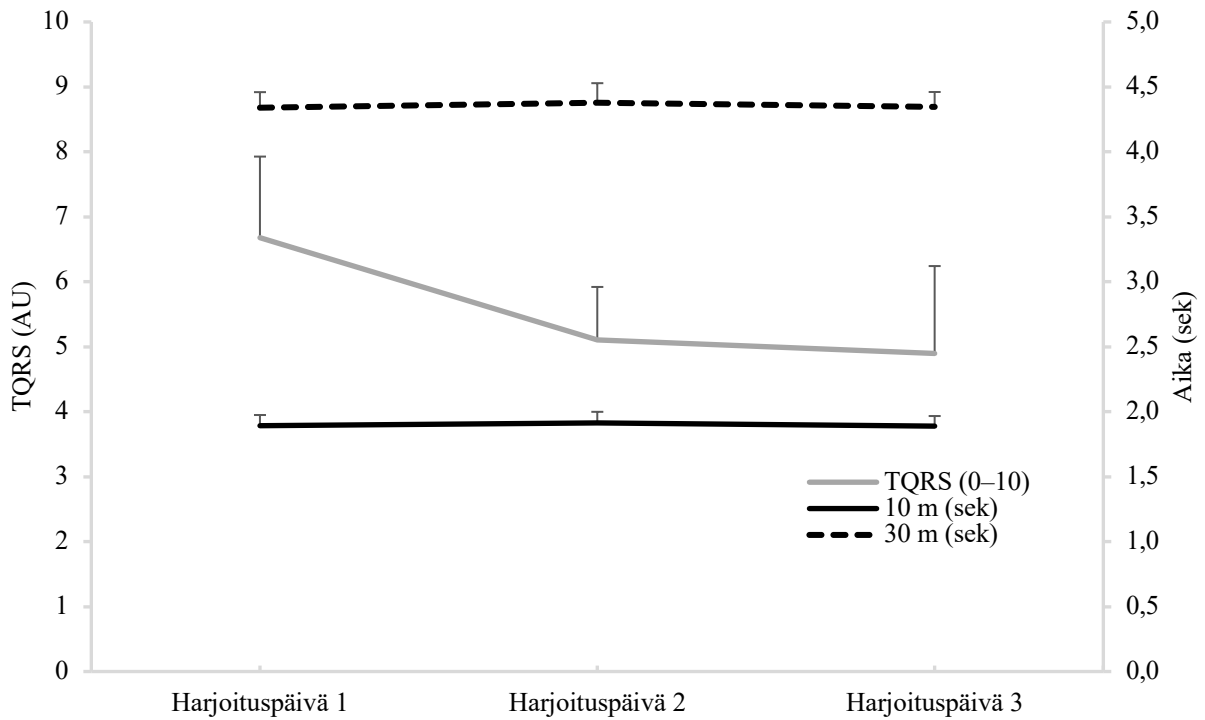
Kuormitusmuuttuja	TRIMP	sRPE
Luistelumatka (m)	0,35	-0,22
Kiihdytykset (kpl)	-0,09	-0,11
Kovat kiihdytykset (kpl)	-0,43	0,20
Jarrutukset (kpl)	0,02	-0,12
Matka (m) 0–10 km/h	0,26	-0,17
Matka (m) 10–15 km/h	0,16	-0,13
Matka (m) 15–20 km/h	0,07	-0,07
Matka (m) 20–25 km/h	0,31	-0,24
Matka (m) > 25 km/h	-0,07	0,07

8.3 Koettu palautuminen ja hermolihasjärjestelmän väsymys

U17 joukkueen osalta sprinttiluistelun 10 ja 30 metrin ajoissa ei havaittu muutoksia harjoitusleirin aikana, mutta koettu palautuminen vaihteli siten, että koettu palautuminen oli hieman alhaisemmalla tasolla ($p < 0,01$) toisena harjoituspäivänä ensimmäiseen ja kolmanteen harjoituspäivään verrattuna (kuva 15.1). U18 joukkueella koettu palautuminen ja sprinttisuorituskyky vaihteli osittain samalla tavalla harjoitusviikon aikana kuin U17 joukkueella, sillä sprinttisuorituskyvyssä ei havaittu eroja päivien välillä, mutta koettu palautuminen oli huomattavasti alhaisempaa toisena ja kolmantena harjoituspäivänä ensimmäiseen harjoituspäivään verrattuna ($p < 0,001$) (kuva 15.2).



KUVA 15.1 U17 joukkueen päivittäinen koettu palautuminen (TQRS), sekä 10 metrin ja 30 metrin sprinttiluistelu-aika harjoitusleirin aikana. **a $p < 0,01$ tilastollisesti merkitsevä ero ensimmäisen ja toisen harjoituspäivän välillä; **b $p < 0,01$ tilastollisesti merkitsevä ero toisen ja kolmannen harjoituspäivän välillä.



KUVA 15.2 U18 joukkueen päivittäinen koettu palautuminen (TQRS), sekä 10 metrin ja 30 metrin sprinttiluistelu-aika harjoitusleirin aikana. ***a $p < 0,001$ tilastollisesti merkitsevä ero ensimmäisen ja toisen harjoituspäivän välillä; ***b $p < 0,001$ tilastollisesti merkitsevä ero ensimmäisen ja kolmannen harjoituspäivän välillä.

9 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa tietoa akuutista, viikoittaisesta sekä pelipaikka-kohtaisesta jääharjoittelun sisäisestä ja ulkoisesta kuormituksesta kansainvälisen tason juniori-jääkiekkoilijoilla. Lisäksi tavoitteena oli selvittää ulkoisen ja sisäisen kuormituksen välistä yhteyttä. Pelipaikkojen välillä havaittiin eroja ulkoisessa kuormituksessa, jonka lisäksi tulosten perusteella vaikuttaisi siltä, että luistelumatka on keskeinen jääharjoittelun kuormitukseen vaikuttava tekijä.

Hyökkääjien ja puolustajien välillä ei havaittu eroja sisäisessä kuormituksessa U17-joukkueen osalta, mutta ulkoisessa kuormituksessa havaittiin eroja sekä kuormituksen määrän että intensiteetin suhteen. Puolustajille kertyi enemmän kokonaismatkaa ja hieman enemmän luistelumatkaa kolmella hitaimmalla nopeusalueella. Hyökkääjille kertyi enemmän luistelumatkaa kahdella nopeimmalla nopeusalueella. U18-joukkueella pelipaikkakohtaiset erot olivat samankaltaisia: sisäisessä kuormituksessa ei ollut eroja, mutta ulkoisen kuormituksen intensiteetissä oli eroja siten, että hyökkääjille kertyi enemmän jarrutuksia ja luistelumatkaa kahdella nopeimmalla nopeusalueella, mutta puolustajat luistelivat enemmän kolmella hitaimmalla nopeusalueella. Ulkoisen ja sisäisen kuormituksen väliset korrelatiiviset yhteydet olivat vähäisiä ja voimakkuudeltaan lähinnä kohtalaisia. Erityisesti U17-joukkueen kohdalla oli kuitenkin viitteitä siitä, että luistelun kokonaismatka olisi sisäiseen kuormitukseen keskeisesti vaikuttava tekijä, sillä se oli positiivisessa yhteydessä keskisykkeen ja TRIMP:n kanssa. Myös U18 joukkueella kokonaismatka oli yhteydessä keskisykkeeseen.

U17-joukkueen puolustajat luistelivat yksittäisen harjoituksen tasolla huomattavasti enemmän kuin hyökkääjät. Luistelumatka myös jakautui eri tavalla eri pelipaikkojen välillä siten, että puolustajat luistelivat hieman enemmän kolmella hitaimmalla nopeusalueella. Hyökkääjät puolestaan luistelivat enemmän kahdella nopeimmalla nopeusalueella, joista nopeimman nopeusalueen pelipaikkakohtainen ero oli selkeä, n. 60 metriä. Tämä on ristiriidassa aiempien jääharjoittelua koskevien tutkimustulosten kanssa, sillä aiemmissa tutkimuksissa puolustajilla on ollut suurempi kiihtyvyyssanturilla mitattu jääharjoittelun intensiteetti (Allard ym. 2020) ja enemmän kiihdytyksiä ja jarrutuksia (Rago ym. 2023) hyökkääjiin verrattuna. Tässä opinnäytetyössä

kummallakaan tarkasteltavalla joukkueella puolustajien ulkoisen kuormituksen intensiteetti ei ollut suurempaa hyökkääjiin verrattuna. Toisaalta nämä tulokset ovat linjassa sen suhteen, että aiemmissa tutkimuksissa on havaittu, että otteluissa puolustajat luistelevat hyökkääjiin verrattuna enemmän, mutta hyökkääjät luistelevat enemmän korkeammilla nopeusalueilla (Douglas & Kennedy 2020; Gamble ym. 2022; Rantanen 2020). Allardin ym. (2020) havainnot peleistä olivat samansuuntaisia, sillä hyökkääjien ulkoisen kuormituksen intensiteetti oli otteluissa suurempaa, vaikkakin kokonaiskuormituksessa ei ollut pelipaikkakohtaisia eroja.

U18-joukkueella pelipaikkakohtaiset erot olivat samansuuntaisia, joskin hieman poikkeavia aiemmista. Sisäisessä kuormituksessa ei ollut ollenkaan eroja, mutta hyökkääjille kertyi hieman enemmän jarrutuksia ja luistelumatkaa kahdella korkeimmalla nopeusalueella, joista erityisesti korkeimman nopeusalueen matkassa oli huomattava yli 120 metrin ero puolustajiin verrattuna. U18-joukkueella ei ollut eroja kokonaismatkassa, mutta puolustajat luistelivat enemmän kolmella hitaimmalla nopeusalueella. Näiden tulosten perusteella jääharjoittelun ulkoisessa kuormituksessa näyttäisi olevan eroja hyökkääjien ja puolustajien välillä, vaikkakin tulokset ovat osittain ristiriidassa aiemman tutkimuksen kanssa. Syyksi harjoittelun pelipaikkakohtaisille eroille on esitetty sitä, että erot voivat heijastua aiemmin esitellyistä pelipaikkakohtaisista eroista pelien ulkoisessa kuormituksessa (Allard ym. 2020; Gamble ym. 2022; Douglas & Kennedy 2020; Rantanen 2020) sekä siitä, että jääharjoituksissa puolustajia on usein suhteellisesti vähemmän kuin hyökkääjiä (Rago ym. 2023).

Kummallakin joukkueella viikkotason pelipaikkakohtaiset erot olivat samanlaisia kuin yksittäisen jääharjoituksen tasolla, mutta pientenkin harjoituskohtaisten erojen kertaantuessa esimerkiksi ero viikkotason kokonaismatkassa ja korkeimman nopeusalueen matkassa muodostui huomattavan suureksi: U17 joukkueen puolustajille kertyi viikossa yli 600 metriä enemmän kokonaismatkaa, ja U18 joukkueen hyökkääjille keskimäärin yli 600 metriä korkeimman nopeusalueen luistelumatkaa. Tämä havainto korostaa sitä, että harjoituskuormituksen seurannassa on tärkeää tarkastella sekä akuuttia että pitkäaikaista tasoa. Viikkotason eroihin ei ole tiettävästi täysin vertailukelpoisia aiempia tutkimustuloksia, mutta Allardin ym. (2020) tutkimuksessa kiihtyvyyssanturidataan perustuvassa viikkokuormituksessa ei ollut eroja, kun myös pelien ulkoinen kuormitus huomioidaan. Tässä opinnäytetyössä pelipaikkojen välillä ei ollut eroja sisäisessä kuormituksessa. Aiemmat tutkimustulokset jääharjoittelun pelipaikkakohtaisista sisäisen

kuormituksen eroista ovat ristiriitaisia, sillä Biggin ym. (2021a) ja Douglasin ym. (2019) mukaan hyökkääjät saavuttavat korkeamman TRIMP:n jääharjoituksissa kuin puolustajat, ja toisaalta Ragon ym. (2023) tutkimuksessa puolustajilla oli korkeampi keskisyke, ja he viettivät huomattavasti enemmän aikaa $> 85\%$ HR_{max} -sykealueella. Tässä opinnäytetyössä sisäisen kuormituksen pelipaikkakohtaisten erojen puutetta voi selittää ainakin sillä, että jääkiekossa sisäinen kuormitus on hyvin yksilöllistä (Rago ym. 2023) johtuen mm. luistelun taloudellisuudesta ja pelityylistä, ja toisaalta sillä, että kaikissa kuormitusmuuttujissa oli paljon vaihtelua. Pelipaikkakohtaisten erojen muodostumiseen vaikuttaa myös keskeisesti se, millaisia harjoitukset ovat sisällöltään. Jos joukkueella on paljon pelipaikattomia harjoitteita joissa kuormitus on kaikille samankaltaista pelipaikasta riippumatta, ei pelipaikkakohtaisia eroja pääse välttämättä muodostumaan. Toisaalta kummallakin joukkueella havaittiin selkeitä pelipaikkakohtaisia eroja ulkoisessa kuormituksessa.

Ulkoisen ja sisäisen kuormituksen väliset yhteydet olivat hypoteesin vastaisesti hyvin vähäisiä ja voimakkuudeltaan kohtalaisia joitakin poikkeuksia lukuun ottamatta. Toisaalta ulkoisen ja sisäisen kuormituksen välisen yhteyden osalta oli havaittavissa joitakin viitteitä, erityisesti luistelumatkan suhteen. U17-joukkueella luistelumatka korreloi kohtalaisesti yksittäisen jääharjoituksen tasolla keskisykkeen ja TRIMP:n kanssa. Luistelumatka oli positiivisessa yhteydessä TRIMP:n kanssa myös viikkotasolla. U18-joukkueella luistelumatka korreloi negatiivisesti $60\text{--}70\%$ HR_{max} sykealueen kanssa ja positiivisesti $80\text{--}90\%$ HR_{max} sykealueen kanssa. Luistelumatkan ja sisäisen kuormituksen yhteyttä ei tietävästi ole aiemmin tutkittu jääharjoitteluun liittyen, mutta otteluissa kokonaismatkan on havaittu olevan yhteydessä TRIMP:n ja sRPE:n kanssa (Rantanen 2020). McLarenin ym. (2017) meta-analyysissä kokonaismatkan on todettu olevan vahvassa korrelatiivisessa yhteydessä erityisesti sRPE:n ja TRIMP:n kanssa. Tämän opinnäytetyön havaintoihin ja aiempaan tutkimuskirjallisuuteen nojaten vaikuttaisi siis siltä, että kokonaismatkan säätely on keskeinen tekijä harjoittelun kuormituksen kannalta.

Aiemman tutkimuksen mukaan kiihdytysten ja jarrutusten kokonaismäärä sekä korkeaintensiteettisten kiihdytysten ja jarrutusten määrä ovat vahvasti yhteydessä sisäiseen kuormitukseen (Rago ym. 2022). Tässä opinnäytetyössä ainoastaan U17-joukkueen osalta oli viitteitä tästä, sillä jarrutusten lukumäärällä oli kohtalainen yhteys keskisykkeeseen ja negatiivinen yhteys matalimmalla sykealueella vietettyyn aikaan. Otteluissa korkeaintensiteettisen luistelun määrä

on korreloinut vahvasti sisäisen kuormituksen kanssa (Rantanen 2020), mutta tässä opinnäytetyössä ainoastaan U18-joukkueella oli viitteitä korkeaintensiteettisen luistelun määrän vaikutuksesta sisäiseen kuormitukseen, sillä korkeimman nopeusalueen matkan ja 60–70 % HR_{max} sykealueen välillä havaittiin voimakas negatiivinen korrelaatio.

Eri nopeusalueista lähinnä 10–15 km/h ja 15–20 km/h nopeusalueet korreloivat kohtalaisesti sisäisen kuormituksen kanssa. Tätä voi selittää mahdollisesti se, että molemmilla joukkueilla 10–15 km/h ja 15–20 km/h nopeusalueet korreloivat erittäin voimakkaasti kokonaismatkan kanssa, jolloin luistelumatkan kasvaessa myös näillä nopeusalueilla luisteltu matka kasvaa, ja näin ollen korreloi sisäisen kuormituksen kanssa. Tässä tutkimusasetelmassa jääharjoittelun intensiteettiin päästiin käsiksi ainoastaan kiihdytysten ja jarrutusten lukumäärän sekä eri nopeusalueilla luistellun matkan avulla, mutta näiden perusteella intensiteetin merkitys sisäiseen kuormitukseen oli alhainen.

Yleisesti ottaen tämän opinnäytetyön havainnot ulkoisen ja sisäisen kuormituksen välisestä yhteydestä ovat jossain määrin linjassa aiemman tutkimuksen kanssa. Ulkoista kokonaiskuormitusta ilmentävä luistelun kokonaismatka vaikuttaisi olevan sisäiseen kuormitukseen vaikuttava tekijä, mutta ulkoisen kuormituksen intensiteetin ja sisäisen kuormituksen välinen yhteys oli epäselvä, kuten McLarenin ym. (2017) meta-analyysissä. Tämän opinnäytetyön tulokset poikkeavat aiemmista jääkiekon kuormittavuustutkimuksista siten, että näissä ulkoisen kuormituksen intensiteetin merkitys on ollut suurempi (Rago ym. 2022; Rantanen 2020; Vigh-Larsen ym. 2020a). Ulkoisen ja sisäisen kuormituksen välistä epäselvää yhteyttä korostaa myös se, että eri pelipaikkojen välillä havaittiin eroja ulkoisessa kuormituksessa, mutta sisäisessä kuormituksessa eroja ei ollut ollenkaan. Tämä voi viitata siihen, että ulkoinen ja sisäinen kuormitus eivät tässä tapauksessa käyttäytyneet keskenään samalla tavalla, eli sisäinen kuormitus ei muuttunut samaan suuntaan ulkoisen kuormituksen muuttuessa.

Tämän opinnäytetyön havaintoja ulkoisen ja sisäisen kuormituksen yhteydestä on kuitenkin tulkittava varoen, sillä korrelaatioiden voimakkuudet ovat lähinnä kohtalaisia, ja 95 % luottamusvälit suuria, mikä puolestaan viittaa suureen yksilöiden väliseen vaihteluun. Myös Ragon ym.

(2021) tutkimuksessa havaittiin suurta yksilöiden välistä vaihtelua erityisesti ulkoisessa kuormituksessa, ja että suuren ulkoisen kuormituksen ja intensiteetin harjoituksissa saavuttaneet pelaajat tekivät näin myös peleissä. Tämän opinnäytetyön ja Ragon ym. (2021) havaintojen perusteella vaikuttaisi siis siltä, että jääkiekossa kuormitus on hyvin yksilöllistä, ja että yksilöllisyys tulisi ottaa huomioon valmennuksessa ja kuormittavuuden monitoroinnissa.

Kummallakin joukkueella oli viitteitä siitä, että harjoitus- ja päiväkohtainen kuormitus vaihteli joko harjoittelun ohjelmoinnista tai väsymyksestä johtuen siten, että harjoitusleirien loppupäässä olevissa harjoituksissa sisäinen ja ulkoinen kuormitus sekä päivittäinen koettu palautuminen (TQRS) vaikuttivat olevan alhaisempaa. Aiemmissä tutkimuksissa päivittäistä harjoituskuormituksen vaihtelua koskevat tulokset ovat epäselviä, sillä Allardin ym. (2020) ja Ragon ym. (2021) mukaan jääharjoittelun ulkoinen kuormitus ja intensiteetti pysyivät suhteellisen tasaisena pelipäivän aamuharjoitusta lukuun ottamatta. Toisaalta Rago ym. (2021) ja Bigg ym. (2021a) havaitsivat että päivittäinen sisäinen kuormitus laskee pelipäivää lähestyttäessä, mikä viittaisi siihen, että kuormitusta pyrittiin säätelemään pelien mukaan. Aiemman tutkimuskirjallisuuden perusteella siis vaikuttaisi siltä, että päivittäisellä tasolla jääharjoittelun ulkoinen kuormitus pysyy suhteellisen tasaisena, mutta sisäinen kuormitus laskee pelipäivää lähestyttäessä. Tämän opinnäytetyön tuloksia tarkastellessa tulee myös huomioida se, että kyseessä oli intensiivinen maajoukkueleiri, mikä voi harjoitus- ja kokonaiskuormitukseltaan poiketa normaalista seurajoukkuearjesta.

Päivittäistä palautumista mitattiin TQRS-palautumiskyselyn avulla ja hermolihaskäytön väsymystä sprinttiluisteluaajan avulla. Sprinttiajoissa ei havaittu kummallakaan joukkueella minkäänlaista muutosta harjoitusleirin aikana, mutta koetussa palautumisessa oli päiväkohtaista vaihtelua siten, että U17-joukkueella toisen harjoituspäivän koettu palautuminen oli alhaisempaa muihin päiviin verrattuna, ja U18-joukkueella palautuminen oli alhaisempaa toisena ja kolmantena harjoituspäivänä ensimmäiseen harjoituspäivään verrattuna. TQRS-palautumiskyselyä ei tietävästi ole käytetty aiemmissä jääkiekon kuormitusta koskevissa tutkimuksissa, mutta jalkapallossa (Osiecki ym. 2015) ja lentopallossa (Freitas ym. 2014) TQRS:n ja lajin fyysisen kuormituksen välillä on havaittu yhteys, mikä näkyy fyysisen kuormituksen kasvaessa samanaikaisena TQRS-arvojen laskuna ja kreatiinikinaasin määrän kasvuna. Tämä

havainto viittaa siihen, että TQRS-palautumiskysely on toimiva menetelmä palautumisen arvioimiseen joukkuelajeissa. Myös Sansone ym. (2020) havaitsivat koripallossa negatiivisen korrelaation fyysisen kuormituksen ja TQRS-kyselyn mukaisen koetun palautumisen välillä ja totesivat sen käyttökelpoiseksi palautumisen arvioinnin menetelmäksi joukkuelajeissa. Tässä opinnäytetyössä erityisesti U18-joukkueella oli viitteitä siitä, että koettu palautuminen laski harjoitusleirin loppua kohti, mutta myös U17-joukkueella havaittiin päivittäistä vaihtelua TQRS-arvoissa. Aiemman joukkuelajeja koskevan tutkimuskirjallisuuden ja tämän opinnäytetyön havaintojen perusteella vaikuttaisi siltä, että TQRS-kyselyn avulla pystytään arvioimaan urheilijoiden palautumista jääkiekossa ja muissa joukkuelajeissa.

Jääharjoittelun aiheuttamaa akuuttia hermolihaskäytön väsymystä ei tiettävästi ole aiemmin tutkittu, mutta jalkapallossa korkeaintensiteettisen juoksun määrän havaittiin aiheuttavan hermolihaskäytön väsymystä isometrisessä voimatestissä (Martinez-Serrano ym. 2023). Tämän opinnäytetyön havaintoja voidaan selittää ainakin sillä, että sprinttiluistelun lähtösomittaukset suoritettiin aikataulullisista syistä epäoptimaalisessa tilanteessa, jossa pelaajat eivät välttämättä saaneet parastaan irti ja näin ollen sprinttiluistelun tulos jäi alhaiseksi. On myös mahdollista, että luistelusprintti ei ole sopiva menetelmä hermolihaskäytön väsymyksen mittaamiseen. Aikataulullisten syitten takia sprinttimittaukset toteutettiin aina päivän viimeisen jääharjoituksen lopussa, jolloin kaikki sprinttimittaukset tehtiin väsyneenä. Paremmen kuvan hermolihaskäytön väsymyksestä voisi saada silloin, jos mittaukset toteutettaisiin harjoituksen tai harjoituspäivän alussa.

Tutkimuksen vahvuudet ja heikkoudet. Tämän opinnäytetyön tuloksia tulee tarkastella tutkimusasetelman, aineiston, sekä tutkimusmenetelmien rajoitteet huomioiden. Tarkasteltavana oli kahdelta eri joukkueelta viisi jääharjoitusta sisältävä neljän päivän mittainen harjoitusleiri, joten aineisto on kapea. Vastaavanlaisella tutkimusasetelmalla voisi tehdä uusia havaintoja, tai vahvistaa aiempia tutkimuskirjallisuuden havaintoja. Aineiston tulisi olla laajempi ja käsittää pidempi ajanjakso, joka sisältäisi myös pelejä. Tuloksissa oli myös paljon pelaajakohtaista vaihtelua aineiston epänormaalin jakauman, suurten keskihajontojen ja 95 % luottamusvälien perusteella, mikä on omalta osaltaan voinut heikentää tilastotestien kykyä havaita kuormituksen eroja tai ulkoisen ja sisäisen kuormituksen välistä yhteyttä. Rago ym. (2021) ovatkin osoittaneet, että jääharjoituksissa kovan ulkoisen kuormituksen saavuttavat pelaajat tekevät näin myös

peleissä, mikä voisi viitata siihen, että ulkoisen kuormituksen määrä ja intensiteetti on pelaaja-kohtaista (Rago ym. 2021). Tämä voi johtua mm. yksilöllisestä pelitavasta tai liikkumisen ta-
loudellisuudesta. Vastaavasti sisäinen kuormitus jääharjoituksissa ei ollut yhteydessä pelien si-
säiseen kuormitukseen, eli sisäinen kuormitus on riippuvainen yksilöllisistä tekijöistä, mitkä vai-
kuttavat ulkoisen kuormituksen aiheuttamaan vasteeseen (Rago ym. 2021). Jääkiekko siis vai-
kuttaisi olevan kuormittavuustekijöiltään yksilöllinen laji, mikä voi olla yksi selittävä tekijä
sille, että tässä opinnäytetyössä ulkoisen ja sisäisen kuormituksen välinen yhteys oli heikompi
aiempaan tutkimuskirjallisuuteen verrattuna. Tämän opinnäytetyön havaintoja vertailtaessa
aiempaan tutkimuskirjallisuuteen tulee myös huomioida se, että suurin osa aiemmasta jääkie-
kon kuormittavuustutkimuksesta on tehty Pohjois-Amerikassa, jossa jääkiekkoa pelataan pie-
nemässä kaukalossa eurooppalaiseen jääkiekkoon verrattuna, ja peli on luonteeltaan muuten-
kin hieman erilaista.

Aiemmissa jääkiekon kuormittavuustutkimuksissa ulkoisen kuormituksen intensiteetin vaiku-
tus sisäiseen kuormitukseen on ollut suuri (Rago ym. 2022; Rantanen 2020; Vigh-Larsen ym.
2020a), mutta tässä opinnäytetyössä käytetty LPS tarjoaa verrattain kapean mahdollisuuden
päästä käsiksi ulkoisen kuormituksen intensiteettiin verrattuna muihin kaupallisesti saatavilla
oleviin LPS:n perustuviin menetelmiin tai kiihtyvyyssantureihin. Tässä opinnäytetyössä ulkoi-
sen kuormituksen intensiteettiä tarkasteltiin ainoastaan kiihdytysten ja jarrutusten lukumäärän,
sekä eri nopeusalueilla luistellun matkan perusteella. Laajempi näkökulma olisi mahdollistanut
tarkemman intensiteetin mittaamisen. Opinnäytetyön vahvuuksiin voidaan lukea se, että ai-
neisto kerättiin autenttisissa olosuhteissa, jonka lisäksi mittausmenetelmät ja tutkimuksen tyyli
eivät vaikuttaneet joukkueiden toimintaan. Tämän vuoksi tulokset ovat helposti lähestyttäviä,
sekä käytäntöön sovellettavia. Opinnäytetyön arvoa lisää myös se, että tutkittavat olivat kan-
sainvälistä huippua edustavia eliittuurheilijoita, jotka operoivat laadukkaissa olosuhteissa ja laa-
dukkaan valmennuksen johtamana.

Johtopäätökset. Opinnäytetyön tärkeimpänä tavoitteena oli tuottaa käytännön jääkiekkoval-
mennukselle tietoa jääharjoittelun suunnittelemisen ja toteuttamisen tueksi. Tässä opinnäyte-
työssä tehdyt havainnot osoittavat sen, että jääharjoittelun kuormittavuudessa on pelipaikka-
kohtaisia eroja, mitkä tulisi ottaa huomioon harjoittelun suunnittelussa. Tulosten perusteella

puolustajat luistelevat kokonaisuudessaan enemmän kuin hyökkääjät, mutta hyökkääjille kertyy enemmän korkeaintensiteettistä luistelua. Pelipaikkakohtaiset erot poikkesivat osittain aiemmista jääharjoittelua koskevista tutkimuksista, mutta mukailivat otteluita koskevia tutkimuksia. Ulkoisen kuormituksen muuttujista luistelun kokonaismatka vaikuttaisi olevan sellainen tekijä, jota säätelemällä pystytään vaikuttamaan jääharjoittelun kuormittavuuteen. Lisäksi oli viitteitä siitä, että jarrutusten ja korkeaintensiteettisen luistelun määrällä on yhteys sisäiseen kuormitukseen.

Käytännön sovellukset. Tämän opinnäytetyön tulokset ovat suuntaa antavia, ja niitä voidaan hyödyntää käytännön valmennuksessa jääharjoittelun kuormittavuuden ohjelmoinnissa. Jääharjoittelun kuormittavuudesta tarvitaan lisää tutkimustietoa, jotta jää- ja fysiikkaharjoittelu pystyttäisiin sovittamaan paremmin yhteen tiukan harjoitus- ja pelikalenterin kanssa. Tämä mahdollistaisi optimaalisen suorituskyvyn kehittymisen pitkällä aikavälillä sekä mahdollisimman hyvän suorituskyvyn ja fyysisen valmiuden otteluissa läpi pitkän kilpailukauden.

LÄHTEET

- 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., De la Cruz-Sánchez, E., Reche-Royo, X., Ibáñez, S. & 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/app905093.
- 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.
- Bigg, J. L., Gamble, A. S. D. & Spriet, L. L. (2021a). 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/ijssp.2021-0089.
- Bigg, J. L., Gamble, A. S. D. & Spriet, L. L. (2022b). Internal Load of Female Varsity Ice Hockey Players During Training and Games During a Season. *International Journal of Sports Medicine* 43 (4), 357–365. DOI: 10.1055/a-1555-3484.
- Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gatin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., Gabbet, 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 and Performance* 12 (S2), S2161-S2170. DOI: 10.1123/IJSPP.2017-0208.
- 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/ijssp.2016-0608.
- Costa, J. A., Brito, J., Nakamura, F. Y., Figueiredo, P. & Rebelo, A. (2019). Using the Rating of Perceived Exertion and Heart Rate to Quantify Training Intensity in Female Soccer Players: Validity and Utility. *Journal of Strength and Conditioning Research* 36 (1), 201–206. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003407.

- Crang, Z. L., Duthie, G., Cole, M. H., Weakley, J., Hewitt, A. & Johnston, R. D. (2020). The Validity and Reliability of Wearable Microtechnology for Intermittent Team Sports: A Systematic Review. *Sports medicine* 51 (3), 549–565. DOI: 10.1007/s40279-020-01399-1.
- Douglas, A. S. & Kennedy, C. R. (2020). Tracking In-Match Movement Demands Using Local Positioning System in World-Class Men’s Ice Hockey. *Journal of Strength and Conditioning Research* 34 (3), 639–646. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003414.
- 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.
- 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.
- Ferland, P., Marcotte-L'Heureux, V., Roy, P., Carey, V. D., Charron, J., Lagrange, S., Leone, M. & Comtois, A. S. (2021). Maximal Oxygen Consumption Requirements in Professional North American Ice Hockey. *Journal of strength and conditioning research* 35 (6), 1586–1592. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003966.
- Foster, C., Rodriguez-Marroyo, J.A. & de Konig, J.J. (2017). Monitoring Training Loads: The Past, the Present, and the Future. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 12 (S2), 2–8. DOI: 10.1123/IJSPP.2016-0388.
- Fox, J. L., Stanton, R., Sargent, C., Wintour, S. & Scanlan, A. T. (2018). The Association Between Training Load and Performance in Team Sports: A Systematic Review. *Sports Medicine* 48 (12), 2743–2774. DOI: 10.1007/S40279-018-0982-5.
- Freitas, V. H., Nakamura, F. Y., Miloski, B., Samulski, D., & Bara-Filho, M. G. (2014). Sensitivity of physiological and psychological markers to training load intensification in volleyball players. *Journal of sports science & medicine* 13 (3), 571–579.

- Gamble, A.S.D. (2021). Measuring the External Load of Female and Male Varsity Ice Hockey Players During Games with a Local Positioning System. University of Guelph. Department of Human Health and Nutrition Sciences. Doctoral thesis. Viitattu 22.3.2022. https://atrium.lib.uoguelph.ca/xmlui/bitstream/handle/10214/26349/Gamble_Alexander_202108_PhD.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Gamble, A. S. D., Bigg, J. L., Nyman, D. L. E. & Spriet, L. L. (2022). Local Positioning System-Derived External Load of Female and Male Varsity Ice Hockey Players During Regular Season Games. *Frontiers in Physiology* 13. DOI: 10.3389/fphys.2022.831723.
- Haddad, M., Stylianides, G., Djaoui, L., Dellal, A. & Chamari, K. (2017). Session-RPE Method for Training Load Monitoring: Validity, Ecological Usefulness, and Influencing Factors. *Frontiers in Neuroscience* 11 (612), 1–14. DOI: 10.3389/FNINS.2017.00612.
- Halson S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports medicine* 44, 139–147. DOI: 10.1007/s40279-014-0253-z.
- Harper, D. J., Carling, C. & Kiely, J. (2019). High-Intensity Acceleration and Deceleration Demands in Elite Team Sports Competitive Match Play: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies. *Sports Medicine* 49 (12), 1923–1947. DOI: 10.1007/s40279-019-01170-1.
- Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive Statistics for Studies in Sports Medicine and Exercise Science. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 41 (1), 3–12. DOI: 10.1249/MSS.0b013e31818cb278.
- IIHF. (2022). International Ice Hockey Federation Official Rule Book 2022/23. https://blob.iihf.com/iihf-media/iihfmvc/media/downloads/rule%20book/220721_iihf_rulebook_v22.pdf. Viitattu 1.9.2022.
- Jackson, J., Snyder, G., Game, A., Gervais, P. & Bell, G. (2016). Movement Characteristics and Heart Rate Profiles Displayed by Female University Ice Hockey Players. *International Journal of Kinesiology & Sports Science* 4 (1), 43–54. DOI: aiac.ijkss.v.4n.1p.43.
- Lignell, E., Fransson, D., Krstrup, P., & Mohr, M. (2018). Analysis of high-intensity skating in top-class ice hockey match-play in relation to training status and muscle damage. *Journal of Strength and Conditioning Research* 32 (5), 1303–1310. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001999.

- Leiter, J. R., Cordingley, D. M. & MacDonald, P. B. 2015. Aerobic Development of Elite Youth Ice Hockey Players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 29 (11), 3223–3228. DOI:10.1519/JSC.0000000000000981.
- 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/IJSP.2019-0248.
- Manzi, V., Iellamo, F., Impellizzeri, F., D'ottavio, S. & Castagna, C. (2009). Relation between Individualized Training Impulses and Performance in Distance Runners. *Medicine and science in sports and exercise* 41 (11), 2090–2096. DOI: 10.1249/MSS.0B013E3181A6A959.
- Martínez-Serrano, A., Freitas, T. T., Franquesa, X., Enrich, E., Mallol, M., & Alcaraz, P. E. (2023). Does External Load Reflect Acute Neuromuscular Fatigue and Rating of Perceived Exertion in Elite Young Soccer Players? *Journal of strength and conditioning research* 37 (3), e1-e7. DOI: 10.1519/JSC.0000000000004296 .
- 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. L., Peterson, B. J., Dietz, C. C., Cappaert, T. A. & Alvar, B. A. (2021). Impact of Preceding Workload on Team Performance in Collegiate Men's Ice Hockey. *Journal of Strength and Conditioning Research* 35 (8), 2272–2278. DOI: 10.1519/JSC.0000000000004076.
- Neeld, K. (2018). Preparing for the Demands of Professional Hockey. *Strength and Conditioning Journal* 40 (2), 1–16. 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. & 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.

- Osiecki, R., Rubio, T. B. G., Coelho, R. L., Novack, L. F., Conde, J. H. S., Alves, C. G., & Malfatti, C. R. M. (2015). The Total Quality Recovery Scale (TQR) as a proxy for determining athletes' recovery state after a professional soccer match. *Journal of exercise physiology online* 18 (3), 27–32.
- Peterson, B. J., Fitzgerald, J. S., Dietz, C. C., Ziegler, K. S., Ingraham, S. J., Baker, S. E. & Snyder, E. M. (2015). Aerobic Capacity Is Associated with Improved Repeated Shift Performance in Hockey. *Journal of strength and conditioning research* 29 (6), 1465–1472. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000786.
- Polar Training Load Pro (2019). Polar Training Load Pro. White paper. Polar Research and Technology. <https://www.polar.com/sites/default/files/static/science/white-papers/polar-training-load-pro-white-paper.pdf>. Viitattu 19.10.2022.
- Rabbani, A., Wong, D. P., Clemente, F. M. & Kargarfard, M. (2021). Internal Training Load And Fitness Profile Between Adult Team Versus Junior Team Soccer Players. *Kinesiology* 53 (1), 71–77. DOI: 10.26582/k.53.1.8.
- 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., Mohr, M. & Vigh-Larsen, J. (2023). Quantifying Training Load and Intensity in Elite Male Ice Hockey According to Game-Related Contextual Variables. *Biology of Sport* 40 (1), 283–289. DOI: 10.5114/biolsport.2023.114282.
- 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*, 1–8. DOI:10.1123/IJSPP.2021-0188.
- Rago, V., Vigh-Larsen, J. F., Deylami, K., Muschinsky, A. & Mohr, M. (2022). Use of Rating of Perceived Exertion-Based Training Load in Elite Ice Hockey Training and Match-Play. *Journal of Strength and Conditioning Research* 36 (10), 2837–2843. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003915.
- Ransdell, L. B. & Murray, T. (2011). A Physical Profile of Elite Female Ice Hockey Players from the USA. *Journal of Strength and Conditioning Research* 25 (9), 2358–2363. DOI: 10.1519/JSC.0b013e31822a5440.

- Rantanen, A. 2020. Sisäisen ja ulkoisen fyysisen kuormituksen yhteydet jääkiekon peleissä. Jyväskylän yliopisto. Liikuntabiologian laitos. Pro gradu -tutkielma. <https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/70989/URN%3aNBN%3afi%3ajyu-202006305173.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Roczniok, R., Stanula, A., Maszczyk, A., Mostowik, A., Kowalczyk, M., Fidos-Czuba, O. & Zajac, A. (2016). Physiological, Physical and On-Ice Performance Criteria for Selection of Elite Ice Hockey Teams. *Biology of Sport*, 33 (1), 43–48. DOI: 10.5604/20831862.1180175.
- Sansone, P., Tschan, H., Foster, C. & Tessitore, A. (2020). Monitoring Training Load And Perceived Recovery in Female Basketball: Implications for Training Design. *Journal Of Strength and Conditioning Research* 34 (10), 2929–2936. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002971.
- Stanula, A. & Roczniok, R. (2014). Game Intensity Analysis of Elite Adolescent Ice Hockey Players. *Journal of human kinetics* 44 (1), 211–221. DOI: 10.2478/hukin-2014-0126.
- Stanula, A., Roczniok, 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 (3), 193–199. DOI: 10.5604/20831862.1111437.
- Stanula, A., Gabrys, T., Roczniok, R., Szmatlan-Gabrys, U., Ozimek, M. & Mostowik, A. (2016). Quantification of the demands during an ice-hockey game based on intensity zones determined from the incremental test outcomes. *Journal of Strength and Conditioning Research* 30 (1), 176–183. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001081.
- 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.
- 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.
- Troester, J., Jasmin, J. & Duffield, R. (2019). The Influence of Training Load on Postural Control and Countermovement Jump Responses in Rugby Union. *Science and Medicine in Football* 3 (4), 320–325. DOI: 0.1080/24733938.2019.1598621.

- Ulmer, J.G., Tomkinson, G.R., Short, S., Short, M. & Fitzgerald, J.S. (2019). Test-Retest Reliability of TRIMP in Collegiate Ice Hockey Players. *Biology of Sport* 36 (2), 191–194. DOI: 10.5114/biolsport.2019.84670.
- Vigh-Larsen, J. F., Beck, J. H., Daasbjerg, A., Knudsen, C. B., Kvorning, T., Overgaard, K., Andersen, T.B. & Mohr, M. (2019). Fitness Characteristics of Elite and Subelite Male Ice Hockey Players: A Cross-Sectional Study. *Journal of Strength and Conditioning Research* 33 (9), 2352–2360. DOI: doi.org/10.1519/JSC.0000000000003285.
- Vigh-Larsen, J., Ermidis, G., Rago, V., Randers, M., Fransson, D., Nielsen, J., Gliemann, L., Piil, J., Morris, N., De Paoli, V., Overgaard, K., Andersen, T., Nybo, L., Krstrup, P. & Mohr, M. (2020a). Muscle Metabolism and Fatigue during Simulated Ice Hockey Match-Play in Elite Players. *Medicine and science in sports and exercise* 52 (10), 2162–2171. DOI: 10.1249/MSS.0000000000002370.
- 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. (2020b). 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.
- 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.
- Wisehockey (2020). Overview of the Wisehockey system. https://wisehockey.com/wp-content/uploads/2020/02/wh_overview_en.pdf. Viitattu 19.10.2022.

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**