

Opinnäytetyö (AMK)

Fysioterapeuttikoulutus

2021

JANETTE KAUKONEN JA LOTTA PENTTINEN

KEIHÄÄNHEITTÄJÄN KUORMITTUMINEN JA PALAUTUMINEN

– LEIRIOLOSUHTEISSA SUBJEKTIIVISESTI JA
OBJEKTIIVISESTI ARVIOIDEN

Janette Kaukonen ja Lotta Penttinen

KEIHÄÄNHEITTÄJÄN KUORMITTUMINEN JA PALAUTUMINEN

- Leiriolosuhteissa subjektiivisesti ja objektiivisesti arvioiden

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin Keihäsolympiadin järjestämälle leirille osallistuvien urheilijoiden kuormittumista ja palautumista ennen leiriä, leirin aikana ja sen jälkeen. Opinnäytetyö toteutettiin tapaustutkimuksena arvioimalla neljän urheilijan kuormittuneisuutta objektiivisesti ja subjektiivisesti. Aineistonkeruu toteutettiin käyttäen Firstbeat Bodyguard 2-mittaria ja Firstbeat päiväkirjaa, johon urheilijat arvioivat kokemaansa kuormittuneisuutta. Opinnäytetyössä kerättiin aineistoa määrällistä analyysiä varten kahden viikon ajan neljältä anonyymiltä osallistujalta.

Objektiivisesti mitattua aineistoa olivat Firstbeatin sykevälivaihteluun perustuva tieto sekä sykedata Firstbeatin harjoitusraporteista. Harjoitusraporteista saadun sykedatan pohjalta laskettiin harjoituksen kuormitus käyttäen TRIMP-arvoa (eng. training impulse). Objektiivista dataa verrattiin harjoitus- ja päiväkohtaisesti urheilijoiden subjektiiviseen Likert-asteikolla määriteltyyn arvioon kuormittuneisuudestaan. Tulokset analysoitiin Microsoft Excelissä ja tulokset havainnollistettiin taulukoissa.

Otos oli pieni ja ennemminkin osittain valikoitunut näyte. Tapaustutkimuksen tapaan ei tuloksia voida yleistää laajemmalle joukolle. Tuloksista pyrittiin arvioimaan miten urheilijat palautuivat leirin jälkeen verrattuna leiriä edeltäneeseen tilaan. Kolmen onnistuneen mittauksen välillä ei ollut havaittavissa selkeitä yhtäläisyyksiä palautumisessa leirin jälkeisellä ajalla. Yleisesti havaittavissa oli, että urheilijoiden arviot harjoituskohtaisesta kuormittuneisuudesta olivat yhteneväisiä TRIMP-arvon kanssa. Onnistuneista mittauksista kahden urheilijan subjektiiviset arviot päiväkohtaisesta kuormittuneisuudesta olivat yhteneväisiä Firstbeat-mittarin antamaan tietoon verrattuna.

Mielenkiintoista olisi tehdä seurantatutkimus osallistuneille urheilijoille ja lisätä tulkittavaksi muuttujaksi objektiivisesti kuormittuneisuutta mittaavia lajinomaisia suorituskykytestejä.

ASIASANAT: kuormittuminen, palautuminen, keihäänheitto, sykevälivaihtelu, TRIMP, Firstbeat

Janette Kaukonen and Lotta Penttinen

THE WORKLOAD AND RECOVERY OF JAVELIN THROWERS

- Before, during and after a training camp measured subjectively and objectively

The purpose of this thesis is to study and analyze the load and recovery of competitive javelin throwers who have been recruited and have taken part in Keihäsolympiadi-training camps. The data collected was analyzed to see how well the athletes recovered after the camp in comparison to their level of recovery prior to the camp. In addition the thesis studies how well the athletes subjective self-reflection of load corresponds to the data measured by Firstbeat monitors. The monitors used were Firstbeat Bodyguard 2-devices. The data was collected during a two-week period and later analyzed using quantitative methods.

Heart rate variability, heart rate and the athletes' subjective estimate of everyday load and training load were among the data collected and analyzed in this thesis. Data collected from the Firstbeat devices (i.e. heartrate variability and heartrate and calculated TRIMP) was compared to the athletes' subjective estimate of stress induced load- daily and between training sessions. The athletes were asked to estimate this on the Likert-scale. The collected data has been converted into charts and was studied for possible correlation between the subjective and objective measures.

The research sample of the thesis was relatively small and more of an individual exhibit. Because of this the collected data and deductions made can not be generalized to represent a larger group or population. Though, individual trends and correlations could be found in the participants' data. In general, the athletes were able to reflect on the load of training in correlation with the objective data. Out of the successful measurements two athletes were also able to reflect on the load of their daily life with a relatively positive correlation to Firstbeat data. In the future it would be interesting to extend this thesis' study by including another objective method of measuring workload.

KEYWORDS: workload, recovery, javelin throw, heartrate variability, TRIMP, Firstbeat

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	7
1 JOHDANTO	9
2 URHEILIJAN KUORMITUKSEEN JA PALAUTUMISEEN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ	10
2.1 Superkompensaatio	11
2.2 Ylikuormitustila ja loukkaantumiskierre	14
2.3 Unen merkitys palautumisessa	17
2.4 Ravitsemuksen merkitys urheilijan palautumisessa	19
2.5 Muut palautumista edistävät menetelmät	21
3 SUBJEKTIIVISIA JA OBJEKTIIVISIA MITTAREITA KUORMITUKSEN SEURANTAAN	22
3.1 Fyysisen ja psyykkisen kuormittumisen ja palautumisen mittaaminen	22
3.2 Sykevälivaihtelun seuranta urheilussa	24
3.3 Firstbeat ja Firstbeat Bodyguard 2-laite	26
3.4 Itsereflektio osana harjoittelun seurantaa	27
3.5 Sykkeen seuranta osana urheilijan harjoittelun seurantaa	28
3.6 TRIMP- seurannan mittarina	29
3.7 Nopeusvoimaharjoittelun kuormittavuuden arviointi ja menetelmät	30
4 KEIHÄÄNHEITTO	31
4.1 Harjoittelun ohjelmointi	31
4.2 Keihäänheittäjän harjoittelu	33
5 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TAVOITE JA TUTKIMUSKYSYMYKSET	36
6 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS	37
6.1 Opinnäytetyöhön osallistuvien kuvaus	37
6.2 Opinnäytetyön ajankohta ja vaiheet	37
6.3 Tutkimusmenetelmät ja aineistonkeruu	38
7 TUTKIMUKSEN TULOKSET	41

7.1 Case 1	42
7.2 Case 2	45
7.3 Case 3	48
7.4 Case 4	50

8 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET **53**

9 POHDINTA JA ARVIOINTI **56**

9.1 Ammatillinen itsearviointi opinnäytetyöprosessista	56
9.2 Opinnäytetyön käytettävyys fysioterapiassa ja urheiluvalmennuksessa	57
9.3 Aikaisempien tutkimusten tuloksia ja aiheen tutkiminen jatkossa	58
9.4 Luotettavuus ja eettisyys	60

LÄHTEET **61**

LIITTEET **1**

Liite 1. Ohjeistus tutkimukseen osallistuvalla osa1
Liite 2. Ohjeistus tutkimukseen osallistuvalla osa2
Liite 3. Ohjeistus tutkimukseen osallistuvalla osa3
Liite 4. Suostumus opinnäytetyöhön osallistumisesta

KUVAT

Kuva 1. Superkompensaatio (mukailtu Rieger ym. 2016).....	12
Kuva 2. Tiheään harjoittelu ja lepoviikko (mukailtu Rieger ym. 2016).....	13
Kuva 3. Eritasoiset harjoitusärsykkeet ja palautuvuus (mukailtu Rieger ym. 2016).	13
Kuva 4. Ylikuormitustilan diagnoosiin altistavia ja vaadittavia tekijöitä (Mukailtu Uusitalo 2015).	14
Kuva 6. Kasvuhormonin (GH) erityksen unen ja unen eston aikana (Stenberg 2019).....	18
Kuva 7. Riittävän unen ja kroonistuneen univajeen vaikutukset urheilijassa (Mukailtu Tuomilehto & Vornanen 2019).	19
Kuva 8. Ravintoaineiden lähteitä.....	20
Kuva 9. Sykevälivaihtelu. (Hoffman n.d.).	24
Kuva 11. Harjoittelun osa-alueiden painotukset vuosisuunnitelmassa (Mukailtu Mero ym. 2016, 465).....	32
Kuva 12. Case 1.	42
Kuva 13. Kokonaiskuormitus case 1.	43
Kuva 14. Harjoittelun kuormittavuus case 1.	44
Kuva 15. Case 2.	45
Kuva 16. Kokonaiskuormitus case 2.	46
Kuva 17. Harjoittelun kuormittavuus case 2.	47
Kuva 18. Case 3.	48

Kuva 19. Harjoittelun kuormittavuus case 3.	49
Kuva 20. Case 4.	50
Kuva 21. Kokonaiskuormitus case 4.	51
Kuva 22. Harjoittelun kuormittavuus case 4.	52

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

1 RM= Yhden toiston maksimi (one rep max) eli suurin kuorma, jolla pystytään suorittamaan haluttu liike yhden kerran (Translating research evidence and knowledge n.d.).

BPM= Beats per minute eli sydämen lyöntien määrä yhdessä minuutissa (Hoffman 2021)

DOMS= Delayed onset muscle soreness eli viivästynyt lihaskipu (Hulmi 2014).

EPOC= Excess post-exercise oxygen consumption eli harjoittelun jälkeinen lepotason hapenkulutuksen ylittävä hapenkulutus (Firstbeat 2020).

Homeostaasi= Homeostaasi on elimistön sisäinen tasapainotila, jota säätelee fysiologiset ja biokemialliset palautejärjestelmät (Duodecim 2016).

HPA-akseli= Hypotalamus-aivolisäke-lisämunuaiskuoriakseli eli ns. Stressinsäätelyjärjestelmä (Panula 1995).

Makroravinteet= Pääravinteet eli ihmisen ravinnosta puhuttaessa hiilihydraatit, proteiinit ja rasvat (Tieteen termipankki 2021).

NREM= Non-rapid eye movement eli unen vaihe, joka jaetaan edelleen neljään eri unen vaiheeseen. NREM unta on kaikki muu uni paitsi vilkeuni. (Härmä & Sallinen 2004, 26.)

Proprioseptiikka= Asento- ja liikeaisti, jonka avulla ihminen tunnistaa asentonsa ilman näköaistin apua. Reseptoreita on lihaksissa, jänteissä ja nivelpusseissa sekä sisäkorvassa. (Väyrynen & Saarikoski 2016.)

REM= Rapid eye movement eli vilkeuni on unen vaihe, jossa esiintyy merkittävän paljon mielikuvia ja ajattelua (Härmä & Sallinen 2004, 29).

RMSSD= Root mean square of succesive R-R differences, eli aikaperäinen sykeväli-vaihtelun arvo, joka lasketaan R-R-intervalleista (Hoffman n.d.).

SDANN= Standard deviation of the 5min average N-N intervals, eli laajennettu SDNN:stä laskemalla SDNN tulosten keskiarvo (Singh ym. 2018).

SDNN= Standard deviation of N-N intervals, toinen laskennallinen arvo, joka kuvastaa vähintään viiden minuutin pituisten syklien aikana mitattuja N-N-intervalleja (Singh ym. 2018).

TRIMP= Harjoittelun kuormittavuuden seurantaan käytettävä suure (eng. training impulse) (Kent 2006).

Vagaalisävy= (eng. vagal tone) Kuvaa elimistön autonomisen hermoston tilaa, jonka toimintaan vaikuttaa vagushermo. Parasymptaattinen hermosto on vallalla vagoalisävyn ollessa korkea. (Tuominen 2020a.)

1 JOHDANTO

Keihäänheittäjille järjestetään harjoitteluleirejä erityisesti talvi- ja kevätaikaan (T. Laaksonen, henkilökohtainen tiedonanto 18.04.2021). Harjoitteluleirien tavoitteena on ylittää elimistön sen hetkinen sopeutumiskyngys kasvattamalla harjoittelun kuormittavuutta. Seurauksena suorituskyky laskee hetkellisesti. Leiriä seuraavalla lepojaksolla elimistö pyrkii kompensoimaan edellä mainittua tapahtumaa nostamalla sopeutumiskyngystään. Erinäisten tapahtumasarjojen johdosta sopeutumiskyngys nousee aikaisempaa korkeammalle eli suorituskyky kasvaa. Suorituskyvyllä tarkoitetaan korkeinta suoritusastoa, jonka urheilija voi saavuttaa tietyllä hetkellä tietyssä toiminnassa. (Ankers 2020; Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2021.)

Leirien aikana muut kuin urheiluun liittyvät arjen velvoitteet usein vähentyvät. Arjen velvoitteita ovat muun muassa koulu, työ ja kotityöt. Leireillä kasvanut harjoittelun määrä lisää kokonaiskuormaa, mutta myös leirien ulkopuolella esiintyvillä arjen velvoitteilla on sama vaikutus. Urheilijan tulee tunnistaa kuormitustekijöitä eri tilanteissa. Kuormitusta tulee tasapainottaa riittäväällä palautumisella, jotta suorituskyvyn kehittyminen olisi mahdollista. (Uusitalo 2015.)

Elimistöä kuormittaa niin psyykkiset kuin fyysisetkin kuormitustekijät, joten molempien huomioiminen on tärkeää kokonaiskuormitusta tarkasteltaessa (Raninen 2020). Urheilija tarvitsee harjoituksissa kuormitustekijöitä kehittyäkseen, mutta liian suuri määrä kuormitusta toistuvana voi johtaa loukkaantumisiin, suorituskyvyn laskuun tai jopa ylikuormitustilaan. (Ankers 2020.) Fyysisen kuormittumisen tasapainottamisen lisäksi urheilijan olisi hyvä harjoitella ja kehittää psyykkisiä taitojaan. Psyykkisiä taitoja on muun muassa tunteiden hallitseminen suorituskykyä lisäävästi. (Raninen 2020.)

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Keihäsolympiadin vastuuvälmentaja. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Firstbeat-mittaria käyttäen, kuinka paljon urheilija kuormittuu ja palautuu ennen leiriä, leirin aikana ja leirin jälkeen sekä vastaako urheilijan subjektiivinen kuormittuneisuuden arvio Firstbeatin datasta saatua arviota kuormittuneisuudesta. Urheilijat arvioivat kuormittuneisuuttaan subjektiivisesti harjoitus- ja päiväkohtaisesti Likert-asteikolla. Objektiiivisesti kuormittuneisuuden ja palautuneisuuden tasapainoa analysoitiin Firstbeatin hyvinvointianalyysin antaman harjoittelu- ja sykevälivaihteludatan perusteella.

2 URHEILIJAN KUORMITUKSEEN JA PALAUTUMISEEN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ

Kuormittumisella tarkoitetaan kaikkea toimintaa, jonka seurauksena elimistön homeostaasi järkkyy. Sopiva kuormittuminen on tavoiteltavaa ja terveyttä edistävää silloin, kun vastapainoksi on huolehdittu palautumisesta, joka palauttaa elimistön takaisin kohti homeostaasia. (Tuominen 2020.) Urheilussa harjoitusten kuormittavuuden tulee olla riittävää, jotta urheilijan kehittyminen on mahdollista. Harjoitusten tulisi kuormittaa kehityksen kohteena olevaa elinjärjestelmää eli keihäänheitossa pääsääntöisesti lihaskeräjäjärjestelmää enemmän, kuin mihin se on tottunut. (Ankers 2020.)

Pelkkä riittävä kuormitus ei kuitenkaan tuo kehitystä, vaan harjoitusohjelmassa täytyy huomioida myös palautuminen, jonka aikana suorituskyvyn kasvu tapahtuu. Tätä suorituskyvyn kasvun tapahtumaa elimistössä kutsutaan superkompensaatioksi, jota käsitellään enemmän kappaleessa 2.1. Palautuminen tulee huomioida harjoituksen aikana huolehtimalla riittävästä palautumisajasta harjoitteiden toistojen ja sarjojen välillä. Palautuminen huomioidaan myös harjoitusten välisenä palautumisaikana sekä kevennettyinä ja palautumista edistävinä harjoituksina. Urheilijan kuormituksen kokonaismäärää seurattaessa tulee ottaa huomioon myös harjoitusten ulkopuolinen kuormitus, joka vie aikaa palautumiselta sekä mahdollisesti lisää sen tarvetta. (Aubry ym. 2014; Uusitalo 2015; Cadedgiani & Kater 2019; Ankers 2020.)

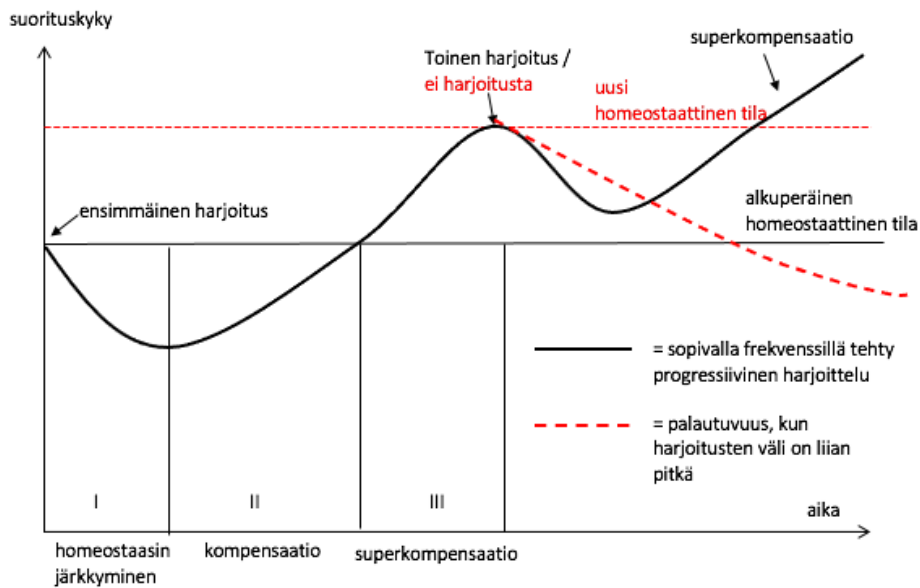
Usein kuormitusta käsitellessä ajatellaan vain fyysistä kuormitusta. Huomioon tulee kuitenkin ottaa myös psyykinen kuormitus. Liian suuri psyykinen kuormitus voi näkyä esimerkiksi jatkuvana stressinä, ylirasitustilana tai mielialanvaihteluina. (Raninen 2020.) Psyykinen kuormitus voi kuitenkin olla myös terveyttä edistävää samalla tavalla kuin fyysinenkin kuormitus. Psyykkisten taitojen harjoittelu voi hetkellisesti kasvattaa psyykkisen kuormituksen määrää. Psyykkisten taitojen harjoittelussa olennaista on, että urheilija oppii hallitsemaan tunteitaan niin, että niillä voidaan kasvattaa suorituskykyä. (Raninen 2020). Pidemmällä aikavälillä hetkellinen tarkoituksenmukainen psyykinen kuormitus kääntyy terveyttä edistäväksi, kun urheilija oppii hyödyntämään opittuja psyykkisiä taitoja arjessaan, jolloin ei-haluttu psyykinen kuormitus vähenee. (Dohme ym. 2019.)

Huippu-urheilijoiden mielenterveyttä käsittelevässä Liikuntatieteellisen seuran raportissa Kaski ym. (2020, 18) kirjoittavat, että jopa yli puolet urheilijoista kärsivät tutkimuksen kyselyyn vastatessa unihäiriöistä, 24 % ahdistusoireista ja 23 % masennusoireista. Kyselyyn osallistui 259 huippu-urheilijaa. Urheilijan sekä valmentajan psyykkisen puolen osaamista voi kehittää samoin kuin fyysistä puolta. Yleistä tietoa urheilijoiden mielenterveydestä ja konkreettisia keinoja sen edistämiseen tarjoaa muun muassa Suomen Mielenterveys ry omilla nettisivuillaan (mieli.fi). (Suomen mielenterveys ry 2021.)

Keihäänheittäjien harjoittelussa fyysinen kuormitus kohdistuu lihaksistoon, hermostoon, tuki- ja sidekudoksiin sekä jonkin verran myös hengitys- ja verenkiertoelimistöön. Tärkeässä osassa oleva nopeusvoimaharjoittelu on erityisen raskasta hermostolle, koska suoritusajat ovat lyhyitä. Lisäksi tekniikkapainotteisena lajina keihäänheitto kuormittaa urheilijaa erityisesti psyykkisesti, sillä jokaisessa lajisuorituksessa keskittymisen tulee olla erittäin korkealla tasolla. Heittoharjoittelu on hermostolle raskasta, ja lisäksi tietyt kehonosat (muun muassa olkapää, kyynärpää ja selkä) ovat äärimmäisen kuormituksen alla. (Utriainen 1987, 111, 212–213; Tøien ym. 2018; Rytönen 2018, 86, 54, 45.)

2.1 Superkompensaatio

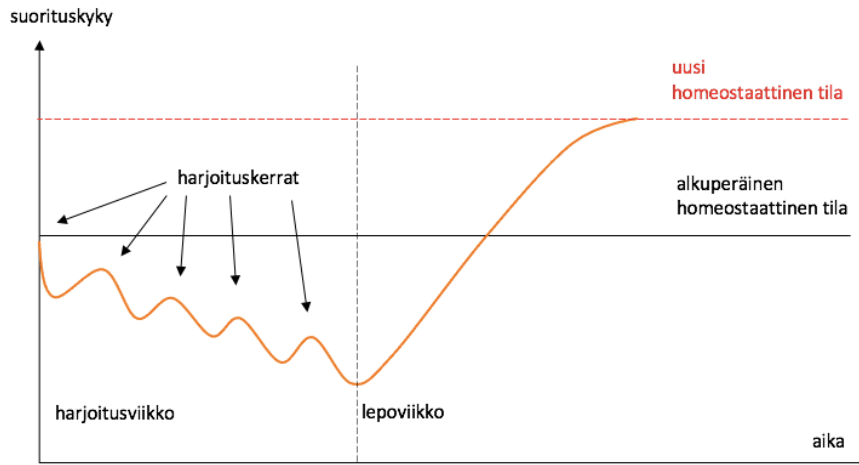
Superkompensaatiossa elimistö pyrkii sopeutumaan fyysiseen rasitukseen, joka on ylittänyt elimistön sen hetkisen sopeutumiskynnyksen. Tämä tarkoittaa, että urheilijan kuormittaessa elimistöään harjoituksissa fyysinen suorituskyky laskee hetkellisesti ja elimistö pyrkii kompensoimaan tätä tapahtumaa nostamalla sopeutumiskynnystään (ks. kuva 1). Seuraavalla harjoituskerralla elimistö on valmiina eli adaptoitunut vastaavaan kuormitukseen, jonka jälkeen voidaan nostaa harjoitusärsykkeiden määrää. (Gambetta n.d.; Rieger ym. 2016, 174–175; Ankers 2020.)



Kuva 1. Superkompensaatio (mukailtu Rieger ym. 2016).

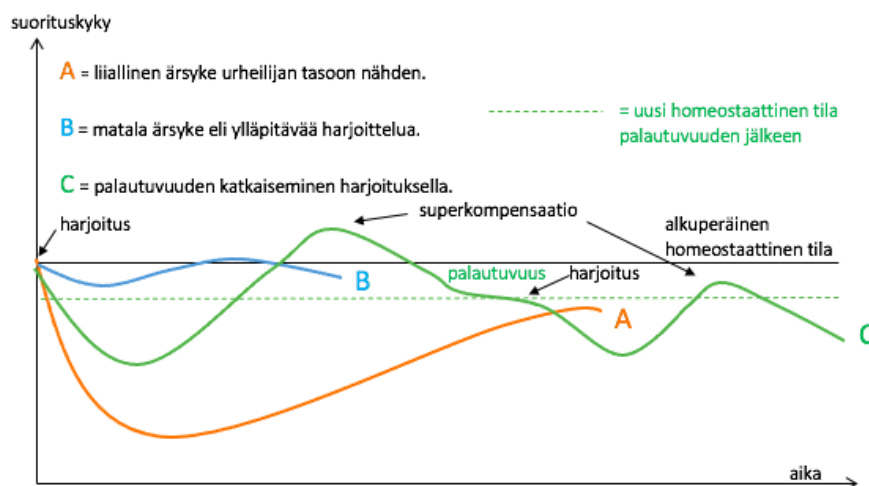
Harjoitusärsykkeiden progressiivinen lisääminen on välttämätöntä, jotta kehitys jatkuisi pidemmällä aikavälillä. Jos harjoituksia ei ole tarpeeksi tiheästi, alkaa elimistö palautua takaisin aikaisemmalle tasolle (ks. kuva 3). Toisaalta superkompensaatio ei mahdollistu, jos yksittäisen harjoituksen kuormittavuus on liian suurta urheilijan tasoon ja voimavaroihin nähden. Tällöin urheilijan elimistön homeostaattisen tilan palautuminen kestää kohtuuttoman kauan. Liian tiheästi tehty harjoittelu estää myös superkompensaation ja siten kehittymisen, sillä elimistön fyysinen suorituskyky laskee ennen kuin elimistö on ehtinyt palautua entiselle tai sitä korkeammalle tasolle. Jatkuvasti liian tiheästi tai liian suurella kuormituksella tehdyt harjoitukset voivat johtaa ylikuormitustilaan, josta kerrotaan enemmän tämän opinnäytetyön kohdassa 2.2. (Gambetta n.d.; Rieger ym. 2016, 175–177; Ankers 2020.)

Harjoittelu voidaan suunnitella myös siten, että harjoituksia on tiheästi tietyn pituisella jaksolla, esimerkiksi kahden viikon ajan. Tämän harjoittelujakson aikana ei pääse tapahtumaan superkompensaatiota. Oikein ajoitettuna ja suunniteltuna harjoitusviikkoja seuraavalla lepoviikolla superkompensaatio mahdollistuu, jolloin se nostaa suorituskykyä huomattavasti enemmän kuin yhden harjoituksen jälkeen (eng. functional overreaching) (ks. kuva 2). (Gambetta n.d.; Thiel ym. 2011; Rieger ym. 2016, 175–177; Ankers 2020.)



Kuva 2. Tiheään harjoittelu ja lepoviikko (mukailtu Rieger ym. 2016).

Ylläpitävässä harjoittelussa elimistön homeostaasia ei järkytetä niin paljoa, että tapahtuisi superkompensaatiota. Toisin sanottuna elimistö palautuu vain alkuperäiseen homeostaattiseen tilaan harjoituksen jälkeen. Harjoitusten tiheys voidaan suunnitella myös siten, että elimistössä ehtii tapahtumaan palautumista. Keihäänheitossa tällaista harjoittelua on muun muassa kilpailukaudella sellaisten ominaisuuksien osalta, joita siinä kohtaa kautta ei tarvita, mutta joissa kehittymistä ei haluta aloittaa ”nollasta” uuden kauden alkaessa. Harjoittelua tehdään kilpailukauden aikana sen verran, että suorituskyvyn palautuminen saadaan tietyin aikaväleihin käännettyä nousuun. Tällä voidaan varmistaa, että seuraavan kauden alkaessa suorituskyvyn lähtötasot ovat korkeammat kuin edellisen kauden alussa. (Gambetta n.d.; Rieger ym. 2016, 176–177; Ankers 2020.)



Kuva 3. Eritasoiset harjoitusärsykkeet ja palautuvuus (mukailtu Rieger ym. 2016).

2.2 Ylikuormitustila ja loukkaantumiskierre

Ylikuormitustila syntyy, kun urheilija kuormittuu jatkuvasti yli oman palautumiskykynsä. Liiallista kuormitusta suhteessa palautumiseen voivat aiheuttaa harjoitusten liian korkea intensiteetti tai frekvenssi, mutta myös harjoitusten ulkopuolella lisääntynyt psyykinen tai fyysinen kuormittuminen. Esimerkiksi alentunut terveydentila (mm. allergiat ja lääkitykset) sekä puutteet ruokavaliossa ja unessa nostavat riskiä ylikuormitustilan synnylle. (Cadegiani & Kater 2019; Maffetone 2019; Ankers 2020.)

Jotta harjoittelun ja harjoittelun ulkopuolinen kuormitus eivät kasvaisi liian suureksi, on valmentajan ja urheilijan tärkeää kommunikoida aktiivisesti. Muutoin valmentajan on haastavaa huomata liiallista kokonaiskuormitusta ajoissa. On huomioitava, että kehittyminen perustuu nimenomaan hetkelliseen ylikuormittumiseen, josta seuraa superkompensaatio levon aikana. Tätä ei pidä sekoittaa ylikuormitustilaan, jossa urheilija ei palaudu kuormituksesta, vaan suorituskyky heikkenee pidemmällä ajalla. (Uusitalo 2015; Cadegiani & Kater 2019; Maffetone 2019; Ankers 2020.) Alla olevassa kuvassa on esitetty ylikuormitustilalle altistavia ja samalla diagnoosiin vaadittavia tunnusmerkkejä.

Ylikuormitustila diagnoosiin altistavia ja vaadittavia tekijöitä (kohdasta 2 vähintään yksi kohdista I-IV)	
1) Yksilölliset ominaisuudet: hermosto, aineenvaihdunta, lihakset, temperamentti	
2 / I) Muutokset harjoittelussa: kokonaismäärän merkittävä absoluuttinen tai suhteellinen lisääntyminen tai harjoittelutapojen muutokset.	2 / II) Palautumismahdollisuuksien väheneminen: vähentynyt aika, lisääntynyt henkinen kuormitus, sairastelu, matkustelu, ravitsemukselliset muutokset, yönistä tinkiminen.
2 / III) Lisääntyneet henkiset paineet: julkisuus, opiskelu- ja työpaineet, perhe- ja sosiaalisiin tilanteisiin liittyvät paineet, paine samankaltaisuuteen ystävien taholta, vanhempien ja valmentajan asettamat tavoitteet, perheen tuen puute, taloudelliset vaikeudet, muutokset elämässä.	2 / IV) Lisääntyneet muut fyysiset kuormittavat tekijät: matkustelu, aikavyöhykkeiden ylitys, runsaat lennot, runsas liikkeellä olo, sairastelu ja vajaakuntoisena harjoitteluun palaaminen, perussairaudet varsinkin huonossa hoitotasapainossa, ympäristöolosuhteet.

Kuva 4. Ylikuormitustilan diagnoosiin altistavia ja vaadittavia tekijöitä (Mukailtu Uusitalo 2015).

Ylikuormitustilan kehittyminen voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen. Ensimmäistä vaihetta ei ole helppoa havaita sen aiheuttamien vähäisten oireiden takia. Ensimmäisessä vaiheessa stressihormonien erityys ja sympaattisen hermoston aktiivisuus lisääntyy. Urheilija voi tunnistaa tämän vaiheen lisääntyneestä stressistä, väsymyksestä ja unen häiriintymisestä (yleistä on erityisesti lisääntynyt heräily öisin). Mielihalut (esim. kofeiini ja makeiset) voivat lisääntyä, urheilija voi kokea normaalia enemmän fyysistä kipua sekä mielialanvaihteluja. Subjektivisen arvioinnin rinnalla voidaan käyttää leposykkeen seurantaa, jota lisääntynyt sympaattisen hermoston aktiivisuus nostaa. Toipuminen ensimmäisessä vaiheessa on suhteellisen nopeaa, 1–3 viikkoa. Harjoittelun volyyymia tulisi laskea 50–70 % ja kovan intensiteetin harjoitukset tulisi jättää pois. Unesta ja ravinnosta huolehtiminen on tärkeää harjoitteluun tehtyjen muutosten rinnalla. (Cadegiani & Kater 2019; Maffetone 2019.)

Toiseen vaiheeseen ajaututaan, jos ensimmäistä vaihetta ei hoideta asianmukaisesti. Toisessa vaiheessa urheilija voi kokea lisääntyntä väsymystä, kroonista kipuilua, suoliston toimintahäiriöitä, levottomuutta, masennusta ja ahdistusta sekä immuunitoiminnan heikentymistä (toistuvat infektiot). Leposyke on ensimmäisen vaiheen tavoin normaalia korkeampi. Toisessa vaiheessa kortisolitasot ovat poikkeuksellisen korkealla. Korkea veren kortisolipitoisuus voi johtaa muiden hormonien, kuten testosteronin ja tyroksiinin epätasapainoon. Myös nestetasapaino ja elimistön lämpötilansäätely voivat häiriintyä ja neurologiset toiminnot heikentyä (mm. reaktio- ja käsi-silmäkoordinaatiokyky). (Cadegiani & Kater 2019; Maffetone 2019.) Toisesta vaiheesta kestää toipua vähintään kolme kuukautta. Ohjeet toipumisajalle ovat samat kuin ensimmäisessä vaiheessa. Kolmanteen vaiheeseen päädytään, jos ylikuormitustilaa ei olla aloitettu hoitamaan toisessakaan vaiheessa tai sitä on hoidettu väärin. (Cadegiani & Kater 2019; Maffetone 2019.)

Kolmas vaihe on vakava krooninen stressitila, jossa neurologiset ja hormonaaliset mekanismit ehtyvät. Tyypillisesti esiintyy myös vakavia fyysisiä, biokemiallisia ja psyykkisiä seurauksia. HPA-akselin toiminta heikentyy selkeästi, joka johtaa lisämunuaisen kyvyttömyyteen tuottaa elintärkeitä hormoneja. Autonomisen hermoston toiminta kokonaisuudessaan heikkenee ja se johtaa aineenvaihdunnan ja kardiovaskulaarisen toiminnan häiriöihin. Urheilija voi kokea selkeää väsymystä, masennusta, loukkaantumisia, suoliston toimintahäiriöitä sekä toistuvia infektiota. Urheilija voi myös ilmaista haluttomuutta harjoitella tai kilpailla riittämättömän energiatasojen takia. (Cadegiani & Kater 2019; Maffetone 2019.) Toipuminen kolmannelta vaiheesta on vaikeaa ja kestää kuukausista jopa

vuosiin. Toipuakseen kaikki keski- ja kovatehoiset sekä pitkät harjoitukset tulee keskeyttää. Riittävästä ja laadukkaasta unesta ja ravinnosta tulee huolehtia erityisen tarkasti. Erityisesti kolmannen vaiheen ylikuormitustilassa on tärkeää, että urheilijan parantumista seurataan terveydenhuollon ammattilaisten toimesta. (Maffetone 2019.)

Ylikuormitustilan ehkäisemisessä tärkeintä on urheilijan tuntemusten kuunteleminen eli itsereflektio. Valmentajan on hyvä seurata harjoituksia paikan päällä, jotta uupuminen ja suorituskyvyn lasku olisivat mahdollista huomata. Itsereflektion ja valmentajan havainnoinnin eli subjektiivisen tarkastelun tukena voidaan myös käyttää tämän opinnäytetyön kohdassa 3 esiteltyjä kuormittumisen ja palautumisen mittaamiseen käytettäviä objektiivisiä menetelmiä. Esimerkiksi sykevälivaihtelun laskulla on vahva korrelaatio ylikuormitukseen ajautumisen kanssa. (Uusitalo 2015; Saw ym. 2016.)

Ylikuormitustila on merkittävä loukkaantumisriskiä kasvattava tekijä. Loukkaantumiseen altistavia tekijöitä on kuitenkin monia muitakin, joista yksi merkitsevimmistä on aikaisempi loukkaantuminen. Tutkimuksissa on myös havaittu, että mitä suurempi määrä aikaisempia loukkaantumisia on, sitä todennäköisempää on loukkaantua uudelleen. Urheiluvamman synnyn riski kasvaa paitsi samalle aikaisemmin loukkaantuneelle anatomiselle alueelle, myös muille kehon alueille. Tähän uskotaan vaikuttavan aikaisemmista loukkaantumisista syntyneet puutteet fysiikassa tai proprioseptiikassa sekä muuttuneet liikkumismallit. (Hägglund ym. 2006.)

Fysioterapialla voidaan huolehtia asianmukaisesta kuntoutuksesta, joka ottaa huomioon kaikki osa-alueet ja valmistaa urheilijaa palaamaan lajin pariin mahdollisimman valmiina. Valmentajan on tärkeää olla aktiivisesti mukana kuntoutusprosessissa. (Komulainen & Koskela 2012.) Tutkimuksissa on todettu myös ylikuormitustilassa yleisten oireiden stressin, huonon itsetunnon, epävarmuuden ja hermostuneisuuden lisäävän loukkaantumisriskiä. Nämä tunteet voivat lisääntyä ensimmäisen loukkaantumisen jälkeen, jolloin voimistuneet epäedulliset tunteet lisäävät entisestään riskiä loukkaantua uudelleen. Loukkaantumisriskin on todettu kasvavan myös urheilijoilla, jotka ovat valmiita ottamaan riskejä. (Williams & Andersen 2007.)

Urheilijat reagoivat loukkaantumisiin eri tavoin ja sama urheilija voi reagoida samaan vammaan eri tavalla eri ajankohtina. Valmentajan olisi hyvä käydä yhdessä läpi urheilijan ja muiden ammattihenkilöiden (lääkäri, fysioterapeutti) kanssa mitä kuntoutusajan

harjoittelun tulisi sisältää. Tämä voi antaa urheilijalle turvallisemman olon ja näin ehkäistä epäedullisia tunteita. Urheilijan olisi hyvä säilyttää normaali päivärhythmi ja löytää urheilulta jäävälle ajalle uutta aktiviteettiä ja tekemistä, esimerkiksi koulunkäyntiä tai kavereiden näkemistä. Tarvittaessa urheilija voi hakeutua ammattiavun piiriin psykologille, joka voi auttaa psyykkisten taitojen kuten tunteiden käsittelyn ja -hallitsemisen harjoittelemisessa. (Hytönen 2015.)

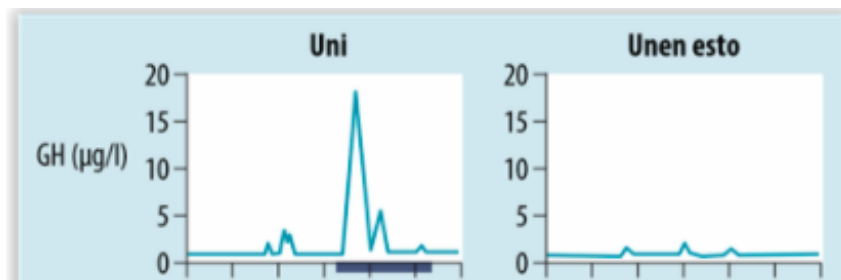
2.3 Unen merkitys palautumisessa

Uni on tärkein yksittäinen tekijä urheilijan palautumisessa ja siten myös suorituskyvyn kasvamisessa. Unen aikana tapahtuu metabolista ja kognitiivista palautumista. Metabolisella palautumisella tarkoitetaan elimistössä tapahtuvia anabolisia aineenvaihdunnallisia toimintoja, joiden aikana elimistö korjaa harjoituksissa aikaansaatuja mikroaurioita lihaksissa ja täydentää energiavarastoja. Kognitiivisella palautumisella tarkoitetaan puolestaan aivojen palautumista. Unen aikana aivot käsittelevät päivän aikana koettuja ja opittuja asioita, joista ne poistavat turhaa ja vahvistavat tärkeää tietoa. Tämä mahdollistaa levänneen ja virkeän mielen, joka puolestaan mahdollistaa hyvän motivaation urheiluun. Unien jäädessä liian lyhyiksi tai huonolaatuisiksi, jää moni tärkeä elimistöä kehittävä toiminto vähemmälle. (Dattilo ym. 2011; Halson 2014b.)

Unen vaiheet voidaan jakaa kahteen päävaiheeseen, NREM- ja REM-univaiheeseen. NREM-vaihe (non-rapid eye movement) muodostuu S1-S4 vaiheista, joista S1–S2 ovat kevyttä ja S3–S4 syvää perusunta. Univaiheet toistuvat kaikilla terveillä aikuisilla samassa järjestyksessä. Nukahtamisen jälkeen alkaa S1 perusuni, joka syvenee nopeasti. NREM-vaihe kestää 90 minuuttia, jonka jälkeen alkaa REM-vaihe (rapid eye movement) eli vilkeuni. REM-vaiheen jälkeen alkaa taas S1 perusuni eli sykli käynnistyy uudelleen. Jokaisella syklillä REM-vaihe pitenee hieman ja voi pidentyä jopa 30 minuuttia kestäviksi jaksoiksi. Koko unisykli kestää noin 90–110 minuuttia. (Carskadon & Dement 2001; Partonen 2017.)

NREM-vaiheen kevyessä unessa (S1 ja S2) yhteys ympäristöön heikkenee ja ärsykeisiin reagoidaan vain satunnaisesti. Kehoa korjaavat anaboliset toiminnot alkavat toteutua. Kevyestä unesta siirrytään syvään uneen (S3 ja S4), jolloin yhteys ympäristöön häviää. Syvän unen vaiheiden aikana ihmistä onkin vaikeaa saada hereille, koska ärsykkeiden aiheuttamien hermoimpulssien kulku aivoihin asti vaikeutuu. Syvän unen

aikana metabolinen ja kognitiivinen palautuminen on tehokkainta. Elimistö erittää tällöin lihaksistoa korjaavaa ja sitä kautta kehittävää kasvuhormonia ja testosteronia. Kasvuhormonin erittyminen on kiinteässä yhteydessä uneen (Kuva 6). Mikäli nukkuminen estetään, kasvuhormonin erittymisen selkeää kasvua ei esiinny. (Dijk 2010; Stenberg 2019.)



Kuva 5. Kasvuhormonin (GH) erityksen unen ja unen eston aikana (Stenberg 2019).

REM-vaiheessa esiintyy nopeita silmänliikkeitä ja tahdonalaisten lihasten lihastonus romahtaa. REM-vaiheessa nähdään unia, joiden kautta aivot käsittelevät edeltävän päivän tapahtumia ja muita ärsykeitä. Tässä vaiheessa hengitys, verenpaine, syke ja elimistön lämpötila voivat vaihdella epäsäännöllisesti. Yöuniin kuuluu myös valveillaoloa, joten on normaalia heräillä yöllä, kunhan nukahtaa nopeasti uudelleen. Heräily on yleisempää aamuyöstä ja aamulla, jolloin suurin osa syvästä unesta on nukkuttu ja unen tarve on siten vähentynyt. (Halson 2014b.)

Nukahtamisvaikeudet ja muut unihäiriöt ovat yleisiä urheilijoilla. Nämä voivat johtua erinäisistä stressistä aiheuttavista ulkoisista tekijöistä (esimerkiksi matkustaminen tai leiritykset) sekä sairauksista. Stressi häiritsee unta, joka vaikuttaa HPA-akselin (hypotalamus-aivolisäke-lisämunaiskuoriakseli) toimintaan lisäten kortisolin eritystä. Lisäksi stressi vaikuttaa autonomisen hermoston säätelyyn aktivoimalla sympaattisen hermoston toimintaa, jolloin vapautuu adrenaliinia ja noradrenaliinia. Edellä mainitut kolme hormonia tunnetaan stressihormoneina. Stressireaktiossa syvän unen määrä vähenee ja uni muuttuu pinnalliseksi ja katkonaiseksi, jolloin elimistön kasvuun, kehitykseen ja palautumiseen tarvittavien hormonien erityksen määrä vähenee. Kun univaikeudet lisäävät stressiä ja stressi vuorostaan lisää univaikeuksia syntyy ”noidankehä”. Univajeisella urheilijalla kehitys hidastuu ja voi pysähtyä, jonka lisäksi myös riski rasitusvammoihin kaksinkertaistuu. (Tuomi-lehto & Vornanen 2019, 128–129.) Alla olevassa kuvassa on esitelty riittävän unen sekä kroonistuneen univajeen vaikutuksia urheilijassa.

Riittävän unen vaikutukset urheilijassa	Kroonistuneen univajeen vaikutukset urheilijassa
<ul style="list-style-type: none"> + Kasvuhormonin ja testosteronin riittävä erittyminen + Kortisolin (stressihormoni) alentunut erittyminen + Vastustuskykyä vahvistavien torjuntamekanismien aktivoituminen + Mahdollistaa aineenvaihdunnan normaalin toiminnan + Mahdollistaa autonomisen hermoston normaalin toiminnan + Parempi mieliala ja keskittymiskyky sekä kyky käsitellä paineita, stressiä ja pettymyksiä ➔ Anabolisten prosessien toimiminen, suorituskyvyn kasvu, hyvä harjoitusvaste, terveempi urheilija 	<ul style="list-style-type: none"> - Kasvuhormonin ja testosteronin vähentynyt erittyminen - Stressiä lisäävien hormonien lisääntynyt erittyminen - Autonomisen hermoston häiriintyminen (toimintatasapaino sympaattisen ja parasympaattisen hermoston välillä on kallistunut tavoiteltua enemmän sympaattisen hermoston puoleen) - Immuunitoiminnan lasku - Mielialan lasku sekä keskittymis- ja kivunsietokyvyn heikentyminen - Aineenvaihdunnan häiriintyminen ➔ Anabolisten prosessien häiriintyminen, suorituskyvyn lasku, loukkaantumisriskin kasvaminen ja suurentunut riski ylikuormitustilaan

Kuva 6. Riittävän unen ja kroonistuneen univajeen vaikutukset urheilijassa (Mukaihtu Tuomilehto & Vornanen 2019).

2.4 Ravitsemuksen merkitys urheilijan palautumisessa

Ravitsemus on harjoittelun ja levon rinnalla merkittävimpiä tekijöitä urheilijan optimaalisen suorituskyvyn kannalta. Tärkeintä urheilijan ruokavaliossa on riittävä energiansaanti. Riittävän energiansaannin jälkeen toiseksi tärkein tekijä ravitsemuksessa on ruoanlaatu. Mikäli energiansaanti ei vastaa energiankulutusta tai ruoanlaatu on liian vähäravinteinen, voi se hidastaa urheilijan fyysisen suorituskyvyn kasvua, lisätä mielialanvaihtelua ja sairastumisriskiä, altistaa hormonaalisille häiriöille sekä hidastaa palautumista. On myös huomioitava, että niukka syöminen ei aina näy painon putoamisena. (Gleeson 2016; Hosker ym. 2019; Quinn 2019; Logue ym. 2020.)

Urheilija pääsee tehokkaan aineenvaihdunnan alueelle syömällä ravintoa energiankulutusta vastaavan määrän tai hieman enemmän. Riittävää energiansaantia voidaan

arvioida subjektiivisesti urheilijan itsereflektiona omasta jaksamisestaan ja harjoittelun tehokkuudesta sekä objektiivisesti mittaamalla kehonpainoa. Urheilijan makrojen tarve nopeusvoimalajeissa voidaan arvioida kaavalla $(x)g \cdot \text{kehonpaino}$, jossa x on suositeltu grammamäärä jotakin makroa. Lukemaa voi verrata esimerkiksi ruokapäiväkirjan antamaan makromäärään. Makrojen määrän tarve riippuu harjoittelun tehokkuudesta ja määrästä. Harjoitusmäärän ollessa 15–20 tuntia viikossa hiilihydraatteja tarvitsee noin 6–10 g painokiloa kohden. Proteiineja olisi hyvä saada 1,4–2 g painokiloa kohden ja rasvaa 1–2 g painokiloa kohden. (UKK-instituutti n.d.; Jäger ym. 2017; Close ym. 2019.)

Hiilihydraatin ja rasvan osalta tulee ottaa huomioon kyseisten ravintoaineiden laatu. Hiilihydraatit voidaan jakaa nopeasti ja hitaasti imeytyviin, joista hitaasti imeytyvät hiilihydraatit sisältävät muun muassa kuituja, vitamiineja ja kivennäisaineita. Nopeasti imeytyvien hiilihydraattien edut tulevat puolestaan esiin, kun tarvitaan nopeasti energiaa esimerkiksi harjoituksen yhteydessä. (Stellingwerff & Cox 2014; Quinn 2019.) Rasvat ja otellaan tyydyttyneisiin ja tyydyttymättömiin rasvahappoihin. Ruokavalioon tulisi sisällyttää selkeästi enemmän tyydyttymättömiä rasvahappoja, jotka ehkäisevät tulehdustiloja elimistössä ja joidenkin tutkimusten mukaan saattavat vähentää urheilusuorituksen jälkeistä viivästynyttä lihasarkuutta (DOMS). (Vitale & Getzin 2019.)

Ravintoaineiden lähteitä		
Hiilihydraatit	Rasvat	Proteiinit
Nopeasti imeytyvät: - Vaaleat viljavalmisteet - Myslit (sokeroidut) - Makeiset - Urheilujuomat - Mehut	Tyydyttymättömät: - Kala - Kasviöljyt - Pähkinät - Siemenet - Öljypohjaiset salaattinkastikkeet	- Liha - Kananmuna - Maitotuotteet - Kala - Palkokasvit - Pähkinät
Hitaasti imeytyvät: - Täysviljatuotteet - Hedelmät, marjat, kasvikset - Puurot - Peruna - Tumma pasta	Tyydyttyneet: - Voi - Punainen liha - Maidon, kerman ja juuston rasvassa - Leivonnaiset, pizzat ja hampurilaiset	

Kuva 7. Ravintoaineiden lähteitä.

Hiilihydraatit ovat erityisen tärkeitä jaksamisen kannalta. Hiilihydraatteja varastoidaan lihaksiin ja maksaan pääasiassa glykogeena, josta sitä käytetään erityisesti

kovatehoisissa harjoituksissa. Mikäli glykogeenivarastot puuttuvat, käyttää elimistö lihasten omia proteiineja energianlähteenään. Nopeasti vapautuvat hiilihydraatit otetaan käyttöön heti, jonka takia niiden nauttiminen harjoitusten aikana on hyödyllistä lisäenergiaa tarvittaessa. Proteiineja tarvitaan kudosten rakennusosiksi, jonka lisäksi ne vaikuttavat hormonaaliseen toimintaan ja vastustuskykyyn. Hyvänlaatuiset rasvat toimivat paitsi hyvänä energianlähteenä, myös hormonaalisen toiminnan ja elimistön välittäjäaineiden tasapainon tärkeinä ylläpitäjinä. (Cermak ym. 2012; Stellingwerff & Cox 2014; Vitale & Getzin 2019; Quinn 2019.)

2.5 Muut palautumista edistävät menetelmät

Loppuverryttelyn tarkoituksena on auttaa elimistöä poistamaan harjoituksessa syntyneitä kuona-aineita elimistöstä ja palauttaa lihakset lähemmäs lepopituuttaan sekä rauhoittaa hermoston aktiivisuutta. On suositeltavaa tehdä kevyt *aerobinen* 10–20 minuuttia kestävä kuormitus ja aktiivinen *venyttely* heti harjoituksen jälkeen. Venyttelyä ei tule kuitenkaan suorittaa lihasarkuutta tuottavan harjoituksen jälkeen. (Rey ym. 2012; Akagi ym. 2020.)

Kylmäaltistusta voidaan toteuttaa paikallisesti lievittämään kipua ja tulehdusta tai isomalle alueelle kylmävesiupotuksena. Yleisin paikallisesti käytetty kylmähoitomenetelmä on kylmäpussin pitäminen hoidettavalla alueella. Kylmävesiupotuksessa käytetään kylmäallasta, avantoa tai kylmää suihkua. Joissain uusimmissa tutkimuksissa (muun muassa Petersen & Fyfe 2021) kylmävesiupotuksen on todettu vähentävän lihasarkuutta, tulehduksia, lihasvaurioita ja väsymystä. Kylmävesiupotus voi pitkällä aikavälillä kuitenkin vaikuttaa negatiivisesti lihasvoiman kehittymiseen, jonka uskotaan liittyvän anabolisten signaalireittien ja lihasten proteiinisynteesin vaimentumiseen. (Barnett 2006; Petersen & Fyfe 2021.)

Hierontaa on tutkittu palautumisen menetelmänä urheilussa ja sen on todettu eräissä tutkimuksissa lisäävän verenkiertoa ja muiden nesteiden liikkumista, joka nopeuttaa lihasten palautumista fyysisestä suorituksesta. Hieronnalla on myös todettu olevan psykisesti rentouttava vaikutus. (Schilz & Leach 2020.) Urheilijan tulee valita palautumismenetelmät omien tuntemustensa mukaan.

3 SUBJEKTIIVISIA JA OBJEKTIIVISIA MITTAREITA KUORMITUKSEN SEURANTAAN

Psykologinen, biokemiallinen ja subjektiivinen seuranta sekä objektiiviset suorituskykytestit ovat kaikki mittareita, joita urheilussa käytetään arvioimaan urheilijoiden kuormittumista ja palautumista (Saw ym. 2016). Urheilija on psykofyysisosiaalinen kokonaisuus, joten kokonaiskuormitustakin tulisi tarkastella huomioiden psyykkiset, fyysiset ja sosiaaliset muuttajat. Usein seurantamittarit jaetaan kahteen, subjektiivisiin ja objektiivisiin. Subjektiivisia sekä objektiivisiä mittareita käytetään usein yhdessä muodostaakseen mahdollisimman kokonaisvaltainen kuva urheilijan omista tuntemuksista sekä fysiologisista muutoksista kokonaiskuormitusta arvioidessa. (Hauer ym. 2020.)

Tavoitteellisessa kilpaurheilussa on käytetty kautta ajan erilaisia mittareita arvioimaan urheilijan kuormittuneisuutta ja palautumista. Osatakseen käyttää ja hyödyntää seurannamittareita on ymmärrettävä myös kuormitusfysiologian eri osa-alueita. Seuraavassa osiossa käsitellään eri seurantakeinoja ja kuinka niiden avulla voidaan arvioida kilpaurheiluharjoittelun kokonaiskuormitusta.

3.1 Fyysisen ja psyykkisen kuormittumisen ja palautumisen mittaaminen

Kokonaiskuormitusta voidaan subjektiivisesti arvioida urheilijan itsereflektion kautta. Urheilija arvioi palautuneisuuden ja kuormittuneisuuden suhdetta esimerkiksi suullisesti valmentajan kanssa tai numeerisesti harjoituspäiväkirjaan. Lajista riippumatta harjoituspäiväkirjat ovat olleet suosittu tapa seurata urheilijan harjoittelua. Harjoituspäiväkirja on ollut tärkeä työkalu seurannan, palautteen, itsereflektion sekä erilaisten yhteenvetöjen kannalta. Tämä on tärkeää paitsi urheilijalle, mutta myös valmentajalle ja heidän väliseen vuorovaikutussuhteelle. (Hamlin ym. 2019.) Subjektiivista arviota käsitellään tarkemmin kohdassa 3.4 Itsereflektio osana harjoittelun seuranta.

Erilaisia objektiivisiä lähestymistapoja ja mittareita kokonaiskuormituksen seurantaan on kehitetty vuosien varrella ja teknologian kehityksen myötä kehitystyö on noussut suureksi kaupalliseksi alaksi. Etenkin 2000-luvun taitteessa erilaisten mobiililaitteiden ja antureiden suosio niin kilpaurheilun kuin myös kuntoliikunnan seurannassa ovat nousseet. (Peart ym. 2019.) Kehitystyö on mahdollistanut datansiirron laitteista ja

antureista välittömästi valmentajalle ja urheilijalle. Valmentaja ja urheilija voivat nykyään omilta älypuhelimiltaan tarkastella ja arvioida harjoittelun vastetta sekä harjoittelun ulkopuolista kuormittumista ja palautumista. Tämä on mahdollistanut aivan erilaisen mahdollisuuden tarkastella kokonaiskuormitusta ja palautumista toisin kuin vuosikymmeniä sitten. (Hamlin ym. 2019.)

Suosituimmat objektiiviset mittarit huippu-urheilun seurannassa nykypäivänä ovat ”wearables”-laitteet. Wearables eli suomennettuna ”puettavat”-laitteet viittaavat erilaisiin älykelloihin, -koruihin sekä -vaatteisiin. Niiden tarkoituksena on mahdollistaa jokapäiväisen harjoittelun seuranta mahdollisimman pienellä kynnyksellä. Wearables-laitteiden kilpailukykyä edistää ”non-invasive” muotoilu, jonka tarkoituksena on minimoida laitteen aiheuttamat häiriötekijät arjessa ja harjoittelussa. Joidenkin lähteiden mukaan pitkäaikainen wearables-laitteiden seuranta on luotettavuudeltaan verrattavissa laboratorio-olosuhteissa tehtyihin tutkimuksiin (sykevälivaihtelun arvioinnin suhteen). (Witt ym. 2019; Hauer ym. 2020.)

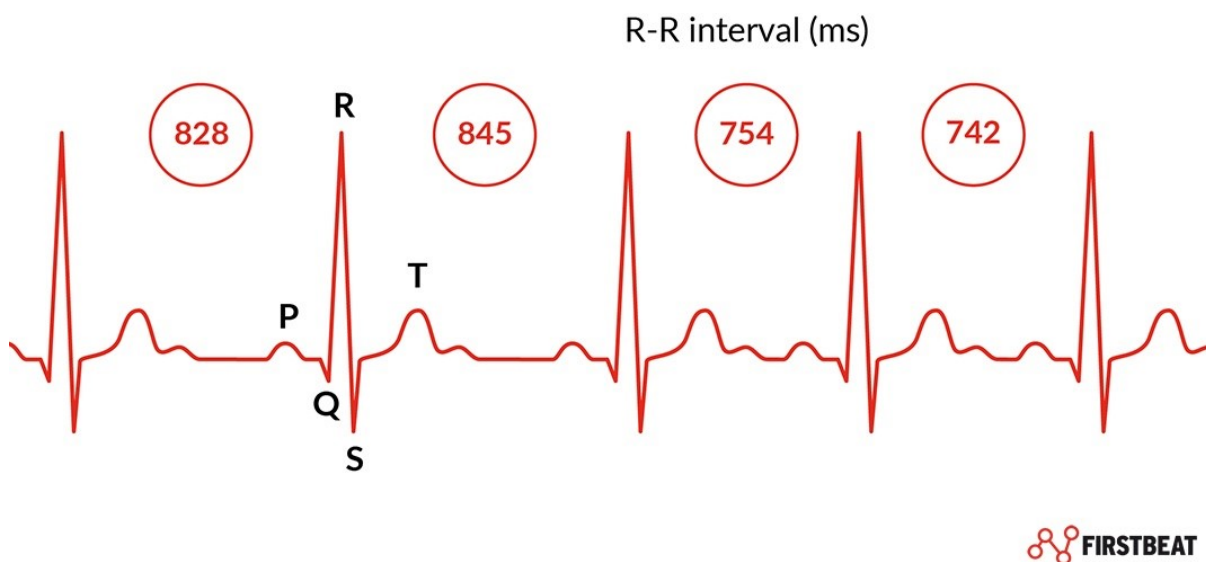
Wearables-laitteiden ensisijainen tarkoitus on mitata sykettä ja sykevälivaihtelua ja siten arvioida metabolista kuormittumista. Ne ovat suosittuja etenkin kestävyysurheilussa, mutta käyttöönotto on lisääntynyt myös muissa lajeissa esimerkiksi unenseurannan työkaluna (Witt ym. 2019). Sykeväiden syke-seuranta perustuu EKG (elektrokardiogram=sydänfilmi) mittaukseen, jonka tarkoituksena on mitata sydämen sähköistä aktiivisuutta. Suosioon ovat nousseet myös ranteesta mittaavat pulssimittarit, jotka mittaavat pintaverisuonistossa eteneviä paineaaltoja. Tämä tapahtuu photoplethysmografian eli valosensoirin avulla. Rannemittauksen lisäksi myös monet anturit, kuten suomalainen Firstbeat-laitteisto hyödyntävät tätä teknologiaa. (Firstbeat 2021d.)

Vaikka jatkuva sykevälivaihtelu on yleisin mittari palautumisen seurantaan, on myös mittareita, jotka arvioivat hetkellisiä muutoksia kuormituksessa ja palautumisessa. Ortostaattinen testi on eräänlainen sykkeen ja sykevälivaihtelun seurannasta sovellettava mittari. Testi perustuu RMSSD-lukuun ja sen tarkoituksena on mitata sykettä ja sykevälivaihtelua seisoma-asennossa. Ortostaattisen testin voi tehdä arjessa esimerkiksi urheilukellolla. NykYTEknologia on mahdollistanut myös keskushermoston tilan mittauksen, EPOC-arvion, unenlaadun seurannan, hormonitasojen mittauksen, tunnetilojen analysoinnin ja harjoitteluvalmiuden analysoinnin (pikatesti, kaupallinen nimi Omegawave). Erilaisilla elektrodiantureita hyödyntävillä laitteilla voidaan kohtuullisen tarkasti mitata

voimantuottoa, lihasaktiivisuutta sekä nopeutta. (Li ym. 2016; Saw ym. 2016.; Polar 2020b; Gamacho-Castaño ym. 2021.)

3.2 Sykevälivaihtelun seuranta urheilussa

Sykevälivaihtelu tai usein suomeksi lyhennettynä sykevaihtelu on kvantitatiivinen suure, joka kuvastaa autonomisen hermoston tasapainoa. Toisin sanottuna sykevälivaihtelu, lyhenteeltään HRV (heart rate variability) tarkoittaa fysiologista variaatiota sinuslyöntien (R – R) välisessä ajassa ja sen yksikkö on millisekunti (ms=1000Hz). Autonominen hermosto voidaan jakaa sympaattiseen eli kiihdyttävään ja parasympaattiseen eli rauhoittavaan hermostoon. Parasympaattinen hermosto säilyttää ja palauttaa energiaa, rauhoittaa elimistön toimintoja ja laskee sykettä. Sympaattinen hermosto vuorostaan kohottaa sykettä, nostaa verenpainetta ja sydämen lyöntitehoa, tehostaa keuhkoputkien laajenemista, vähentää metabolista aktiivisuutta sekä kohdistaa verenkiertoa pienistä verisuonista lihaksiin, jotka sitä tarvitsevat. (Hoffman n.d.; Singh ym. 2018.)



Kuva 8. Sykevälivaihtelu. (Hoffman n.d.).

Sympaattisen ja parasympaattisen hermoston aktiivisuuden vaihtelu on sykevälivaihtelun perusta. Sykevälivaihtelu heijastelee autonomisen hermoston tilan muutoksia, jonka

vuoksi se on oivallinen indikaattori mittaamaan stressireaktioita sekä palautumisen tasoa. Sykevälivaihtelu on yksilöllistä ja voi vaihdella yleisellä tasolla sekä myös päivän aikana. Hyvä, eli korkea sykevälivaihtelu indikoi hyvää sydän- ja verisuonielimistön terveyttä ja sen uskotaan ennustavan parempaa stressinsietokykyä. Matala sykevälivaihtelu vuorostaan heijastelee yliaktiivista sympaattisen hermoston toimintaa. (Plews ym. 2012; Thamm ym. 2019.) Nousut kuormitus toimii sykevälivaihtelua laskevana tekijänä, ja jatkuva sympaattisen hermoston aktivoituminen näkyy pienempänä lyöntivälien vaihteluna. Sympaattisen hermoston aktivoituessa R-R intervallien välinen aika muuttuu vähemmän. Kun taas autonominen hermosto on optimaalisessa tasapainossa, parasympaattinen hermosto dominoi sympaattista hermostoa. Tällöin sykevälivaihtelu nousee eli R-R intervallien pituuserot kasvavat. (Schneider ym. 2019; Michael 2020.)

Urheillessa, sykkeen noustessa sykevälivaihtelu laskee ja palautuessa se vuorostaan nousee. Lisäksi on todettu, että perinnöllisyys voi määrittää peräti 30 % yleisestä sykevälivaihtelun tasosta (Singh ym. 2018). Uni, sairaudet, työ-/opiskelustressi, yleinen stressi ja muutokset ympäristön olosuhteissa ovat muun muassa kuormitustekijöitä, jotka vaikuttavat autonomiseen säätelyyn (Uusitalo 2015). Tutkimuksissa on pystytty todistamaan, että etenkin aerobisella kestävyysharjoittelulla voidaan voimistaa sydämen lyöntivälien vaihtelua. Aerobinen liikunta nostaa vagoalisävyä (eng. vagal tone), jonka seurauksena aerobisella harjoittelulla on suotuisa, sykevälivaihtelua yleisesti nostava vaikutus. (Singh ym. 2018; Tuominen 2020a).

Sykevälivaihtelu kuvastaa sydän- ja verisuonielimistön eheyttä ja prognoosia (Singh ym. 2018). Sykevälivaihtelua mittaavan teknologian kehittymisen uskotaan tehneen läpimurron sydän- ja verisuoniterveyden edistämiseksi ja tutkimiseksi. Määrällistä tietoa HRV:sta voidaan mitata aika-alueella kuvaavin menetelmin tai mittaamalla taajuusalueella. Jälkimmäinen on kuitenkin vähemmän käytetty ja heikommin tutkittu tilastollinen menetelmä. (Thamm ym. 2019.) RMSSD (eli peräkkäisistä R-R intervalleista laskettu sykevälivaihtelun arvo), SDNN (eli arvo, joka kuvastaa vähintään viiden minuutin pituisten syklien aikana mitattuja N-N intervalleja) ja SDANN (eli SDNN arvojen keskiarvo) ovat kaikki erilaisia tapoja määrittellä elimistön fysiologista kuormitusta sykevälivaihteluun perustuen (Singh ym. 2019). Näistä tunnetuin on RMSSD, jota käyttää muun muassa Firstbeat-laitteisto kuormittavuusanalyysissaan. HRV voidaan mitata sydämen äänen mittauksella, verenpaineen mittauksella, oksimetrillä, optisella mittauksella tai sydämen sähkökäyrällä. (Hoffman n.d.; Singh ym. 2018.)

Vielä kuitenkin kiistellään siitä, voidaanko urheilijan suorituskykyä arvioida sykevälivaihtelun seurannalla (Sydänsairaala n.d.). On todistettu, että varsinkin kestävyyslajeissa kokonaiskuormitusta voidaan seurata analysoimalla sykevälivaihtelua. Myös voimaharjoittelun vaikutuksia sykevälivaihteluun on arvioitu useassa empiirisessä tutkimuksessa, mutta otoskoot ovat olleet todella pieniä, joka heikentää tutkimusten luotettavuutta ja yleistettävyyttä. Yksiselitteistä korrelaatiota voimaharjoittelun kuormittavuuden ja sykevälivaihtelun välillä ei olla vielä löydetty (kts. 3.7 nopeusvoimaharjoittelun kuormittavuuden arviointimenetelmät). (Thamm ym. 2019; Schneider ym. 2019.)

3.3 Firstbeat ja Firstbeat Bodyguard 2-laite

Firstbeat on kansainvälinen, Suomessa vuonna 2002 perustettu terveysteknologiayritys. Firstbeatin liiketoiminta pohjautuu sykettä ja sykevälivaihtelua mittaavaan laitteiston välitykseen ja mittauksen pohjalta tehdyn yhteenvedon ja asiantuntija-analyysin tarjontaan. Firstbeat yrityksen nettisivuilla kerrotaan heidän tuotteidensa olevan suunniteltu parantamaan niin arkiliikkujien, harrastajien kuin myös huippu-urheilijoiden suorituskykyä ja hyvinvointia. (Firstbeat 2021a.)

Firstbeat mittareita on käytetty monissa tieteellisissä kansainvälisissä tutkimuksissa myös huippu-urheilijoiden harjoittelun seurannassa. Laite on todettu hyvinkin luotettavaksi suhteessa laboratorio-olosuhteissa tehtyihin tutkimuksiin (Mero ym. 2016, 619). Lisäksi yritys on saanut lukuisia tunnustuksia kuormituksen seurantateknologian edelläkävijänä (Firstbeat 2021c). Monet muut laitteet ja yritykset ovat käyttäneet Firstbeat laitteiston taustalla olevaa valosensoria ja algoritmia teknologiassaan sykkeen ja sykevälivaihtelun seurannassa (Mero ym. 2016, 604; Nuutila ym. 2021).

Bodyguard 2 -laite on ammattilaisten käyttöön suositeltu sykevälivaihtelun mittaamiseen suunniteltu laitteisto. Laite suorittaa seurantaa vuorokauden ympäri urheilusuoritusten ja unen aikana sekä vapaa-ajalla (Firstbeat 2021d). Bodyguard 2 -laitteen ”non-invasive” (häiritsemätön) ulkomuoto on suunniteltu siten, ettei se estäisi tai rajoittaisi minkään ympäröivien nivelten liikelaajuuksia. Laitteen sijainti rintakehällä mahdollistaa pidemmän käyttöjakson sekä estää vahingollista irtoamista. (Thamm ym. 2019.) Lisäksi ammattilaisten tutkimusten kannalta etuna on, ettei testattava yksilö näe tuloksia kesken mittauksen, vaan sen sijaan täyttää Firstbeatin omaan harjoituspäiväkirjaan itsereflektiota

käytön aikana. Tämä vahvistaa mittauksen luotettavuutta sillä testattava ei voi mittausta seuraamalla manipuloida tuloksia.

3.4 Itsereflektio osana harjoittelun seurantaa

Subjektiiivinen arvio eli urheilijan itsearvio oman elimistönsä palautuneisuudesta ja kuormittuneisuudesta on tärkeä työkalu harjoittelun kokonaiskuormituksen seurannassa. Itsereflektio-mittareiden avulla voidaan arvioida urheilijan valmiutta suoriutua kilpailussa objektiivisia mittareita paremmin. Tunteiden ja muiden psyykkisten tekijöiden on todistettu olevan olennaisessa roolissa oppimisen, suoriutumisen ja menestymisen kannalta. Parhaimmillaan tunteet toimivat voimavaroina, mutta jos urheilija ei osaa niitä hallita tai tunnistaa, voivat tunteet viedä vallan tärkeimmissä suoritusilanteissa. Urheilijan on ensisijaisen tärkeää ymmärtää mielen ja kehon yhteistoimintaa ja itsereflektiomittareiden avulla kykyä voidaan ulosmitata ja harjoittaa. (Suomen mielenterveys ry n.d.)

Itsereflektion seurantaa voidaan pitää suullisesti urheilijan ja valmentajan välillä sekä tehdä kirjallisesti osana kirjallista harjoituspäiväkirjaa. Esimerkiksi lukuisissa sähköisissä harjoituspäiväkirjapalveluissa yhtenä pakollisena kenttänä jokaisen harjoituskerran lopulla on arvio onnistumisesta, vireystilasta ja omasta psyykkisestä olotilasta harjoituksen jälkeen. (Saw ym. 2016; Nuuttila ym. 2021.)

Samalla kun objektiiviset mittarit ovat kehittyneet, on myös kehitetty kokonaisvaltaisempia subjektiivisia mittareita. Tutkijat ovat empiiristen tutkimusten avuin pyrkineet vertaamaan subjektiivisia ja objektiivisia mittareita keskenään, mutta selkeää ylivoimaisuutta kummastakaan ei olla pystytty todistamaan. On kuitenkin todettu, että subjektiivisilla mittareilla eli urheilijan oman itsereflektion kautta on pystytty havaitsemaan hetkellisten stressitekijöiden vaikutuksia objektiivisia mittareita paremmin. Saw ym. (2016) systemaattinen katsaus osoittaa, että urheilijat kykenevät itse objektiivisia mittareita tarkemmin tunnistamaan hetkellistä hyvinvoinnin laskemista akuutin harjoitteluvolyymien lisääntyessä. (Saw ym. 2016.)

3.5 Sykkeen seuranta osana urheilijan harjoittelun seuranta

Hengitys- ja verenkiertoelimistön optimaalinen yhteistoiminta on olennaista kaasujenvaihdon osalta ja siten myös urheilusuorituksissa. Lisäksi ratkaisevaa suorituskyvyn kannalta on, että sydän- ja verenkiertojärjestelmä toimittavat happirikasta verta työskenteleviin kudoksiin (Sandström & Ahonen 2011, 78). Verenkiertoelimistön toimintakykyä voidaan mitata levossa ja rasituksen aikana. Toimintakykyä kuvaavat syke (bpm) ja iskutilavuus, ja nämä yhteen kertomalla saadaan minuuttitulavuus. Tätä kutsutaan sykeseurannaksi.

Urheilijoiden syketiedoista voidaan määrittää leposyke, sykealueet sekä maksimisyke. Näiden arvojen jatkuva seuranta ja analyysi voivat olla hyödyllisiä seurattaessa muun muassa harjoittelun vastetta sekä urheilijan kokonaiskuormitusta. Leposykkeen määrittää perusaineenvaihdunnan määräämä minuuttitulavuuden tarve sekä iskutilavuus. Leposyke on alin syke, joka mitataan ihmisen ollessa levossa. Levossa autonomisen hermoston parasympaattiset ärsykkeet ylläpitävät leposykettä. Sen sijaan kuormituksen aikana sympaattinen hermosto nostaa sykettä ja sydämen supistumisvoimakkuutta. (Sandström & Ahonen 2011, 78; Gibbons 2019.)

Maksimisyke on toinen suure, jota käytetään kuvaamaan harjoittelun aikaista kuormitusta. Maksimisyke voidaan mitata korkeimpana mitattuna sykelukemana suorituksen aikana. Mitattavissa on myös urheilijan yksilöllinen maksimisyke eli se korkein sykelukema, jonka yksilö voi saavuttaa rasituessaan. (Sandström & Ahonen 2011, 77–78; Nuutila 2021.)

Sykeseuranta antaa tietoa harjoittelun intensiteetistä ja siksi onkin olennainen seuranta menetelmä urheilussa ja valmennuksessa. Eniten sykeseurantaa hyödynnetään kestävyysurheilussa, jossa on tärkeää tietää eri harjoittelutyypin kuormittavuudesta. Teho- ja voimalajeissa sykettä voidaan hyödyntää yhdessä muiden mittareiden kanssa, mutta itsessään sykeseuranta ei kerro suorituskyvystä, johon vaikuttaa monet muuttujat. (Foster ym. 2017.)

3.6 TRIMP- seurannan mittarina

TRIMP eli lyhenne sanoista training impulse on suure, jota käytetään kuvaamaan urheilu-suorituksen kuormittavuutta. TRIMP-luvusta analysoidaan urheilu-suorituksen (harjoitus, kilpailu yms.) aikaista kuormittavuutta sen keston ja intensiteetin pohjalta. Riippuen lähteestä harjoittelun intensiteetti voidaan laskea joko summaamalla syketedon mittauspisteet tai laskemalla keskiarvo suorituksen aikaisista sykkeistä. (Davidson 2021; Halson 2014.)

Laskukaava TRIMP:lle:

$$\text{Suorituksen volyymi (min) x suorituksen intensiteetti (bpm)=TRIMP}$$

(Kent 2006; Halson 2014)

Kertomalla harjoituksen keston sen aikaisella keskisykkeellä saadaan suure, joka kuvaa urheilijan elimistön sisäistä kuormittuneisuutta tietyllä aikavälillä. Tämän ansiosta suuretta voidaan käyttää kuvaamaan myös katkonaista urheilu-suoritusta, jossa sykkeet nousevat ja laskevat intervallityyppisesti. TRIMP:iä kuormittuneisuuden mittarina voidaankin hyödyntää muun muassa nopeusvoimalajeissa, jossa itse suoritus on hyvinkin lyhytkestoinen, mutta kilpailu tai harjoitus kokonaisuudessaan on pitkä. (Stagno ym. 2007, 629–634.)

TRIMP:iin pohjautuvia tutkimuksia ja analyysejä on suoritettu eri lajeissa monia ja eri modifikaatioina. Lisäksi TRIMP:iä voidaan soveltaa eri tavoin. Esimerkiksi TRIMP/min kuvaa tahtia, jolla harjoittelun kuormittavuus jakautuu tietyn ajanjakson aikana. TRIMP/min avulla voidaan kartoittaa urheilijan sisäistä kuormittuneisuutta suorituksen aikana ja verrata suorituskertojen välistä kuormittavuutta keskenään. (Davidson 2021.) Tutkijoiden Stagno, Somaren ja Thatcher tutkimuksen (2007) perusteella modifioidun TRIMP:n avulla voidaan arvioida ei-jatkuvasti rasittavan suorituksen aikaista kuormittavuutta. Tutkimus perustui maahockeypelaajien harjoitusten ja pelien aikaisiin suorituksiin. (Stagno ym. 2007, 633; Halson 2014.)

3.7 Nopeusvoimaharjoittelun kuormittavuuden arviointi ja menetelmät

Nopeusvoimalajien harjoittelussa, kuten muussakin tavoitteellisessa urheilussa on tärkeää seurata urheilijan kuormittuneisuutta ja palautuneisuutta osana harjoittelun suunnittelua ja seurantaa. Lajinomaiset suorituskykytestit ovat tutkimusten mukaan objektiivisista palautuneisuuden mittareista ylivoimaisia tarkkuudeltaan. Etenkin nopeusvoimalajeissa suorituskykytestit kuten hyppy- ja kuulanheitto testit ovatkin yleisimmin käytettyjä tapoja mitata palautuneisuutta. Urheilijan harjoittelun kannalta ei ole optimaalista tehdä suorituskykytestauksia jokaisen harjoituksen yhteydessä. Nykyään onkin pyritty selvittämään muita keinoja mittaamaan hetkellistä kuormittuneisuutta, jotta tietoa voidaan hyödyntää päivittäisessä harjoittelun suunnittelussa ja suunnitelmien muokkaamisessa. (Saw ym. 2016; Nuutila ym. 2021.)

Nopeusvoimaharjoittelussa sykkeen seuranta ei ole niin olennaista kuin esimerkiksi kestävyyslajiharjoittelussa. Sen sijaan nopeusvoimalajeissa, kuten keihäänheitossa kuormittuu hengitys- ja verenkiertoelimistöä enemmän hermolihasjärjestelmä. Nopeusvoimaharjoittelun kuormittavuuden mittaamista sykevälivaihtelun menetelmin ei olla tutkittu tieteellisesti paljon. Voimaharjoittelun suoraa korrelaatiota sykevälivaihtelun muutoksiin ei olla pystytty todistamaan yksiselitteisesti. Kuitenkin erään tieteellisen katsauksen mukaan on voitu todeta, että voimaharjoittelun volyyymi ja intensiteetti vaikuttavat sykevälivaihteluun kohtalaisesti. (Thamm ym. 2019). Samaisessa Thamm ym. (2019) koostamassa katsauksessa todettiin, että RMSSD laski huomattavasti voimaharjoittelun jälkeen. Lisäksi pystyttiin todentamaan, että suuremmilla voimakuormilla sykevälivaihtelua laskeva vaikutus oli suurempi. (Cormie ym. 2011; Thamm ym. 2019.)

Voimaharjoittelun vaikutusta sykevälivaihteluun epäillään liittyvän ainakin osittain laktaatin sekä hengityksen rytmitykseen. RMSSD:n todettiin tippuvan maksimi- ja hypertrofisen maksimivoimaharjoittelun seurauksena. Vaikka konkreettisia löydöksiä ja joitain yhteneväisyyksiä pystyttiin todentamaan, HRV itsessään ei riitä voimalajien kuormittavuuden indikaattoriksi ainakaan nykytiedon valossa. Tutkimusten luotettavuutta on heikentänyt otosten pieni koko sekä se, että tutkimuksia aiheesta on tehty vasta hyvin vähän. Sen sijaan tulisi HRV:n lisäksi hyödyntää myös muita kuormituksen mittaamisen keinoja, joiden antamaa tietoa voidaan yhdistää sykevälivaihtelutietoon. (Thamm ym. 2019.)

4 KEIHÄÄNHEITTO

Onnistuneeseen keihäänheittosuoritukseen vaaditaan hyvän tekniikan lisäksi monipuoliset fyysiset ominaisuudet. Keihäänheitossa vaadittavia ominaisuuksia ovat monipuolinen taito, nopeus, elastisuus sekä räjähtävä voimantuotto. Lajisuoritus kestää noin 5–7 sekuntia (Valleala 2002). Keihäänheittosuoritukseen kuuluvat alkuvauhti, ristiaskleet, ristiaskelhyppy sekä vetovaihe.

Alkuvauhdissa juostaan rintamasuunta eteenpäin vauhtia kiihdyttäen. Alkuvauhdin jälkeen siirrytään ristiaskeliin, joissa edetään heittokäden vastainen kylki edellä vauhtia edelleen kiihdyttäen. Ristiaskelhypyssä edetään edelleen kylki menosuuntaan päin. Hyppyn tarkoituksena on mahdollistaa vetoasentoon tulon rytmi niin, että heittäjä pääsee tuottamaan keihääseen mahdollisimman suuret tehot. (Utriainen 1987, 67–68; Röhler 2018) Vetovaiheessa tukijalkaan kohdistuu suuria voimia, joten sen pitäminen ojennettuna vaatii siten suuria lihasvoimia. Vetovaihetta voidaan kuvailla kineettisenä ketjuna, jossa alempana ja keihäästä kauempana olevat osat saavuttavat maksiminopeuden ennen ylempiä osia ja ääriosia. Elastinen energia purkautuu liike-energiana keihääseen lihasten venymis-lyhenemissykliin kautta. (Kim 2014; Krzyszkowski & Kipp 2021.)

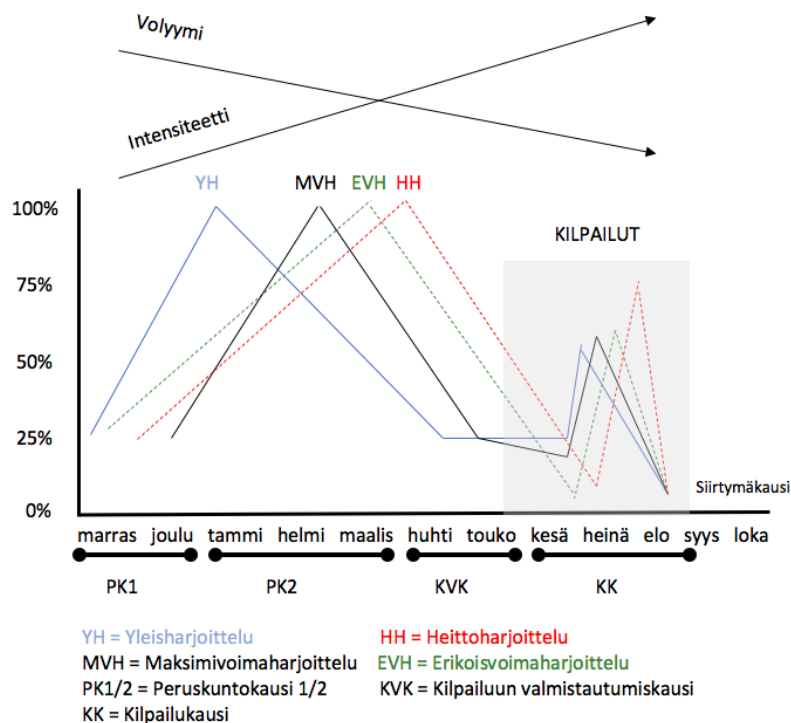
4.1 Harjoittelun ohjelmointi

Harjoittelun suunnittelussa tulee ottaa huomioon tavoiteltava volyyymi, frekvenssi ja intensiteetti, joiden suhde toisiinsa muuttuu kauden edetessä. Volyymillä ilmaistaan harjoituksen kokonaistyömäärä eli harjoitusmäärä esimerkiksi ajassa tai toistoissa. (Rytkönen 2018, 38.) Frekvenssillä eli harjoitustiheydellä voidaan ilmaista, kuinka usein esimerkiksi heittoharjoittelua toteutetaan. (Rytkönen 2018, 39.) Intensiteetillä kuvaillaan harjoituksen laatua eli esimerkiksi tehoa, harjoituskuormaa tai koettua kuormittavuutta. (Rieger ym. 2016, 131.)

Keihäänheitossa harjoittelukaudet voidaan jakaa eri tavoin. Yleisimmin käytetyssä mallissa on yksi kisakausi kesällä ja harjoittelu muuttuu syksyllä aloitetusta yleisharjoittelusta kohti spesifimpää lajiharjoittelua (ks. kuva 11). Volyymi tippuu ja intensiteetti nousee kauden edetessä. Tällaisella vuosisuunnitelmalla kauteen sisältyy yksi volyyymi- ja intensiteettihiippu. (Mero ym. 2016, 464–465.)

Ensimmäinen peruskuntokausi kestää loka-, marras- ja joulukuun. Sen aikana intensiteetti on vähäinen, mutta toistoja tehdään paljon. Harjoittelulla kehitetään perusvoimaa, tukilihaksistoa, peruskestävyyttä ja yleiskoordinaatiota. Toinen peruskuntokausi kestää tammi-, helmi- ja maaliskuun. Intensiteettiä lisätään nousujohteisesti ja volyyymiä vähennetään samassa suhteessa. Tällä harjoituskaudella keskitytään voimaominaisuuksien kehittämiseen. (Utriainen 1987, 230–234; Mero ym. 2016, 464–465.) Kilpailuun valmistavakausi kestää huhti- ja toukokuun ajan. Tällä ajanjaksolla keskitytään lajiominaisuuksiin eli tekniikkaan, räjähtävään voimaan, lajivoimaan sekä elastisuuteen. (Utriainen 1987, 230–234; Mero ym. 2016, 464–465.)

Kilpailukaudella harjoittelu on kilpailuja tukevaa. Tärkeintä on huolehtia, että kauden aikana hankitut fyysiset ominaisuudet sekä tekniikka saadaan näkymään kilpailutuloksessa. Intensiteetti nousee maksimiin ja volyyymi puolestaan laskee minimiin. (Utriainen 1987, 230–234; Mero ym. 2016, 464–465.) Siirtymäkausi kestää yleensä noin kuukauden syyskuussa. Siirtymäkausi on urheilijalle niin sanottu lomakausi, joten harjoittelu ei yleensä ole tällöin suunnitelmallista. (Utriainen 1987, 230–234; Mero ym. 2016, 464–465.)



Kuva 9. Harjoittelun osa-alueiden painotukset vuosisuunnitelmassa (Mukaihtu Mero ym. 2016, 465).

Uuden kauden alkaessa urheilijoilta testataan fyysisten ominaisuuksien lähtötasot, jonka testistön henkilökohtainen valmentaja on määrittänyt. Lähtötasojen tulisi olla edellisen kauden lähtötasoja paremmat, jotta ennätysten tekeminen ominaisuustesteissä olisi odotettavaa tulevan kauden aikana. Testejä tehdään kauden mittaan tietyin väliajoin ja näin seurataan harjoitus- ja vuosisuunnitelman toimivuutta sekä palautuneisuutta kyseisenä ajanjaksona. Tarvittaessa vuosisuunnitelmaa muutetaan, mikäli sillä ei päästä haluttuihin tuloksiin. (Utriainen 1987, 233–234; Saw ym. 2016.)

4.2 Keihäänheittäjän harjoittelu

Kaikki keihäänheittäjän harjoittelu tähtää lajille ominaisten taitojen ja fyysisten ominaisuuksien kehittämiseen. Keihäänheittäjän harjoittelussa fyysinen kuormitus kohdistuu lihaksistoon, hermostoon, tuki- ja sidekudoksiin sekä jonkin verran myös hengitys- ja verenkiertoelimistöön. Harjoitteluun sisältyvä hengitys- ja verenkiertoelimistöä rasittava aerobinen harjoittelu ei ole suoraan yhteydessä parempaan heittosuoritukseen. Tällainen harjoittelu näkyy välillisesti mahdollistaen suuremman harjoitus- ja kilpailumäärän laadukkaamman palautumisen seurauksena. Aerobinen harjoittelu tulee tehdä tarpeeksi kevyesti (50–70 % maxHR), jotta siitä ei tule kuormittavaa harjoitusta palauttavan sijaan. Psykkistä kuormitusta harjoituksissa esiintyy muun muassa, kun urheilija keskittyy urheiluasuoritukseen. (Mero ym. 2016, 444, 454–456; Akagi ym. 2020; Polar 2020a.)

Perusvoimaharjoittelua eli hypertrofista harjoittelua, esiintyy keihäänheittäjän harjoitusohjelmassa peruskuntokausilla. Riittävä perusvoimataso on edellytys turvalliselle kehittymiselle maksimi- ja nopeusvoimassa. Perusvoimaharjoittelussa kuormat ovat submaksimaalisia (70–85 % 1 RM), jotka helpon hallittavuuden takia mahdollistavat oikeaoppisiin liikeratoihin keskittymisen. (Utriainen 1987, 178, 188; Walker 2014, 33.) Pääliikkeissä on 4–8 toiston sarjoja ja apuliikkeissä 6–12 toiston sarjoja (Rytkönen 2018, 157; Bubnis 2019).

Maksimivoimaharjoittelussa tehdään lyhyitä 1–3 toiston sarjoja 85–100 % kuormalla yhden toiston maksimista. Palautusta sarjojen välillä pidetään 3–5 minuuttia. Koska keihäänheittosuorituksessa voimantuottoajat ovat todella lyhyitä, tulisi myös maksimivoimaharjoittelussa pyrkiä mahdollisimman lyhyisiin voimantuottoaikoihin. Maksimivoiman tuottoon kuluu 0,5–3 sekuntia liikkeestä ja yksilöstä riippuen. (Rytkönen 2018, 54; Travis ym. 2020.) Harjoitteet tehdään usein käyttäen konsentrista lihastyömuotoa, mutta

harjoituksiin olisi hyvä sisällyttää välillä myös eksentrisiä harjoitteita. Eksentristä lihas-työtä on kaikki jarruttava liike, joten sitä käytetään esimerkiksi kyykyssä alaspäin mennessä. Eksentrisen ja konsentrisen harjoittelu vaikuttavat lihaksistoon ja hermostoon eri tavoilla. Tästä syystä olisikin tärkeää, että harjoituksissa on molempia työmuotoja mukana. (Rytkönen 2018, 72.)

Nopeusvoimaharjoittelussa harjoitellaan keihäänheittäjälle tärkeitä ominaisuuksia, räjähtävyyttä ja kimmoisuutta. Keihäänheittosuorituksen aikana ei ehdi saavuttamaan maksimaalista voimatasoa suorituksen lyhyen keston takia, joten on tärkeää pystyä tuottamaan mahdollisimman paljon voimaa lyhyessä ajassa. (Cormie ym. 2011.) Keihäänheittosuorituksen vetovaihe kestää n. 0,11–0,12 sekuntia (Bartonietz 2000, 414). Nopeusvoimaa harjoiteltaessa sarjojen pituudet ovat 1–5 toistoa. Harjoituskuorma on 0–85 % 1RM. (Cormie ym. 2011; Miller ym. 2018, Rytkönen 2018, 86.)

Nopeusvoimaharjoittelussa kannattaisi suosia ballistista harjoittelua, jossa ei tapahdu lihaksen jarruttavaa työtä. Tämä mahdollistaa suuremman tehontuoton suuremman liikkeenopeuden myötä. Harjoitteiden valitsemisessa tulee ottaa huomioon myös se, halutaanko tehdä syklistä vai asyklistä harjoittelua. Räjähtävyyttä, jota tarvitaan keihäänheiton vetovaiheessa, voidaan harjoitella asyklisillä harjoitteilla. Tällaisia ovat muun muassa kuulanneheitot ja vauhditon pituushyppy. Alkuvauhdissa ja heittoaskeleissa tarvitaan puolestaan kimmoisuutta, jota voidaan harjoitella syklistä harjoitteilla. Näitä ovat muun muassa loikkiminen ja puolikyky, kun tehdään useampi toisto mahdollisimman nopeasti. (Cormie ym. 2011; Suchomel ym. 2018; Rytkönen 2018, 86, 92–94, 106.)

Kontrastivoimaharjoittelun ansiosta keskushermosto pystyy rekrytoimaan suuremman määrän lihassyytä halutun liikkeen tuottamiseen, jolloin lihasten kyky tuottaa nopeusvoimaa kasvaa. Ideana on tehdä maksimivoimaharjoituksen jälkeen nopeusvoimaharjoite. Lepoa näiden välillä tulee olla vähintään 7 minuuttia. Maksimivoimaharjoitteessa tehdään 1–5 toistoa 70–95 % kuormalla yhden toiston maksimista, jonka jälkeen pidetään tauko ja tehdään nopeusvoimaharjoite esimerkiksi syklinen kevennyshyppy. (Rytkönen 2018, 105; Elbadry ym. 2019.)

Plyometrinen harjoittelu on tärkeä nopeusvoimaharjoittelun osa-alue keihäänheittäjän harjoitusohjelmassa. Sen avulla kehitetään keihäänheittäjän kimmoisuutta ja törmäysvoimien sietokykyä. Plyometrinen harjoittelu on ballistista iskuttavaa venymis-

supistumissyklin sisältävää liikettä. Tällä tarkoitetaan elastisen energian varastointia ja vapautumista liikkeessä suuremman voiman tuottamiseksi. Elastista energiaa varastoituu lihastyöskentelyn eksentrisessä vaiheessa lihas-jännekompleksiin, josta se purkaantuu konsentrisessä vaiheessa liike-energiana. Elastista energiaa pystytään hyödyntämään sitä enemmän mitä nopeammin liike suoritetaan. (Cormie ym. 2011; Wang & Zhang 2016; Rytönen 2018, 96–97.)

Plyometrinen harjoittelu liitetään useimmiten alaraajoille tehtäviin harjoituksiin. Harjoittelu on hyvä aloittaa matalatehoisista hyppelyistä, joilla vahvistetaan tuki- ja sidekudoks-rakenteita sekä lisätään aisti- ja liikehermoston toimintaa ennen siirtymistä kovatehoisiin loikkiin ja hyppyihin. Matalatehoisia hyppelyitä voi tehdä suuriakin toistomääriä ja sarjapalautusten ei tarvitse olla kovin pitkiä (0,5–1,5 minuuttia). Kovatehoiset hypyt ja loikat puolestaan vaativat kuormittavuutensa takia pidemmän sarjapalautuksen (2–5 minuuttia). Toistomäärät tulee alkuun pitää maltillisina. (Cormie ym. 2011; Wang & Zhang 2016; Rytönen 2018, 97–98.)

Tekniikkaharjoituksen tulee olla tärkein harjoitus, ja muiden harjoitusten tulee valmistaa siihen. Heittoja huipulle tähdättäessä tulisi tulla viikossa noin 200–250. Tähän lasketaan mukaan heitot keihäällä sekä painopallolla. Heittojen intensiteettiä tulee vaihdella harjoituksen sisällä sekä kauden edetessä. Heittojen lisäksi tekniikkaharjoittelu sisältää osaharjoitteita, joilla kehitetään heittosuorituksen eri vaiheita. (Utriainen 1987, 110; Kim ym. 2014.) Tekniikkaharjoittelu on pitkäjänteistä tekemistä, jonka onnistuneisuus voi vaihdella erittäin paljon yhdenkin viikon sisällä erinäisten tekijöiden takia. Tämä urheilijan on hyvä ymmärtää, jotta suhtautuminen tekniikkaharjoitteluun on tarpeeksi maltillinen. (Utriainen 1987, 111; Kim ym. 2014.)

5 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TAVOITE JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on kerätä tietoa tavoitteellisten keihäänheittäjien harjoitusleirien aikaisesta kokonaiskuormituksesta. Opinnäytetyössä tarkastellaan, kuinka urheilija palautuu objektiivisesti ja subjektiivisesti suhteessa harjoittelun ja arjen kuormitus-tekijöihin.

Opinnäytetyön tavoite on tarjota urheilijoille ja toimeksiantajalle tietoa keihäänheittäjien harjoittelun kuormittavuudesta, ja siitä kuinka urheilijat palautuvat kovasta harjoittelujaksosta (leiristä). Tavoitteena on antaa yksilöllistä palautetta urheilijan kokonaiskuormituksesta auttaakseen urheilijaa ymmärtämään voimavarojensa rajallisuutta sekä tunnistamaan kuormittavia tekijöitä. Opinnäytetyön tavoitteena on myös tarjota tietoa urheilijoiden harjoitteluun ja kuntoutukseen soveltuvien osien.

Tutkimuskysymyksiä ovat:

1. Miten urheilija palautuu ja kuormittuu leirin aikana ja sen jälkeen verrattuna leiriä edeltäneeseen tilaan Firstbeat mittauksella arvioiden?
2. Minkälainen urheilijan subjektiivinen käsitys omasta kokonaiskuormituksesta on verrattuna Firstbeat mittauksen antamaan objektiiviseen dataan?

6 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

Tutkimusmenetelmäksi valikoitui tapauskohtainen kvantitatiivinen tutkimus, sillä tarkoituksena oli tutkia vain muutamaa kohdetta (tässä tapauksessa neljä urheilijaa). Lisäksi tapaus tutkimuksen tavoin tarkasteltavasta datasta pyritään etsimään ilmiöön eli kuormittuneisuuteen liittyvien toimintojen lainalaisuuksia. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006; Jyväskylän yliopisto 2015.) Opinnäytetyössä tarkastellaan tapauskohtaisesti, kuinka Firstbeat-mittari arvioi case-tapausten kuormittuneisuutta verrattuna heidän subjektiiviseen arvioonsa eri ajankohtina leiriä ennen, sen aikana ja jälkeen. Tarkoituksena on lisätä ymmärrystä urheilijoiden kuormittumisen mittaamisesta.

6.1 Opinnäytetyöhön osallistuvien kuvaus

Opinnäytetyön tutkimusosuuteen osallistui neljä anonyymiä, vapaaehtoista keihäänheitäjää. Keihäänheitto lajina valikoitui toimeksiantajan pyynnöstä ja neljä osallistuvaa urheilijaa valikoituivat toimeksiantajan toimesta. Tutkittavat ovat Keihäsolympiadin leiritykseen osallistuvia yli 19-vuotiaita eli aikuiskilpaurheilijoita (Ihamäki 2016). Leiritykseen osallistuu vuosittain kymmeniä eri ikäisiä keihäänheitäjiä. Keihäsolympiadin leiritykset järjestetään useamman kerran vuodessa ja leireille osallistuu kutsun saaneet urheilijat.

Opinnäytetyön kirjoittajista toinen oli yhteydessä osallistujiin, mutta tietoja analysoiva opiskelija sokkoutettiin. Otoksen valikoitumiskriteereitä ei tuoda opinnäytetyön raportoinnissa esille, jotta osallistujat eivät olisi tunnistettavissa. Lisäksi otoksen koon ollessa vain neljä, on tärkeää säilyttää osallistujien anonymiteetti ja siksi tutkittavien taustatietoja ei kerätä tai raportoida tässä opinnäytetyössä edellä mainittua enempää. Opinnäytetyötä työstävistä opiskelijoista urheilijat tavannut opiskelija varmisti urheilijoiden vapaaehtoisuuden ja informoi osallistujia tutkimuksen kulusta ja heidän tietojen anonymiteetistä.

6.2 Opinnäytetyön ajankohta ja vaiheet

Toimeksianto opinnäytetyölle saatiin Keihäsolympiadin edustajalta lokakuussa 2020. Alun perin toimeksianto annettiin vain yhdelle opinnäytetyön tekijöistä, mutta aiheen laajuuden vuoksi mukaan rekrytoitiin myös toinen tekijä. Suunnitelman teko sekä

teoreettisen viitekehyksen tiedonkeruu aloitettiin lokakuussa 2020. Suunnitelma esitettiin joulukuun 2020 opinnäytetyösuunnitelmien esitysseminaarissa.

Firstbeat-mittaukset toteutettiin marraskuussa 2020 Keihäsolympiadin leirityksen yhteydessä. Mittausjakso oli kaksi viikkoa ja sama kaikille osallistujille. Mittausten ajankohta valittiin ja toteutettiin nopealla aikataululla johtuen Covid19-pandemian aiheuttamasta epävarmuudesta. Opinnäytetyön palautuksen kannalta aikainen ajankohta valittiin myös siksi, että mahdollisten poisjääntien tai mittauslaitteiden toimimattomuuden seurauksena voitaisiin yksittäiselle osallistujalle toteuttaa toinen seurantamittaus seuraavalla leirillä (mikäli sellainen järjestettäisiin vallitsevan pandemian puitteissa).

Mittauksen päätyttyä osallistujille toimitettiin mittareista saadut tulokset ja Firstbeatin tuottama hyvinvointiraportti itselleen tarkasteltavaksi joulukuussa 2020. Tutkimuksen tuottamaa dataa analysoitiin keväällä 2021. Opinnäytetyön julkaisun jälkeen toukuussa 2021 osallistujille toimitetaan opinnäytetyön tekijän kirjalliset analyysit kokonaiskuormituksesta sekä arviot kunkin urheilijan itsereflektion korrelaatiosta Firstbeat- tutkimuksen mittaustuloksiin.

6.3 Tutkimusmenetelmät ja aineistonkeruu

Tutkimus toteutettiin case-luonteisena Firstbeat Bodyguard 2-mittareilla. Firstbeat bodyguard 2-mittauslaite valikoitui tiedonkeruulaitteistoksi sen tieteellisesti todistetun luotettavuuden ja tarkkuuden vuoksi (Thamm ym. 2019). Firstbeat bodyguard 2-laitteen etuna on myös sen häiritsemätön sijainti verrattuna muihin wearables-laitteisiin. Tutkimuksen luotettavuutta tukee se, ettei Firstbeatin käyttäjä pysty tarkastelemaan omia mittaustuloksiaan mittauksen aikana. Opinnäytetyössä tarkasteltavia määrällisiä muuttujia ovat objektiiviset Firstbeat-mittauksesta saadut muuttujat TRIMP ja sykevälivaihtelu sekä osallistujien subjektiivinen numeerinen arvio kokonaiskuormituksestaan.

Aineistonkeruu toteutettiin kahden viikon mittausjaksolla, johon sisältyi kolme vuorokautta leiriä edeltävää aikaa, neljä leiripäivää ja seitsemän vuorokautta leirin jälkeistä aikaa. Leiriä edeltävään ajanjaksoon sisältyi kaksi harjoittelupäivää ja yksi lepopäivä. Mittausta jatkettiin leirin jälkeen viikon eli seitsemän vuorokauden ajan, jotta urheilijat ehtisivät palautua ja palata normaaliarjen harjoitteluun. Tutkimuksen Zatsiorsky & Kraemer (1995, 90) mukaan jos kovia harjoituksia tehdään kaksi tai useampi lyhyellä

aikavälillä palautumisessa voi kestää neljästä viiteenkin vuorokautta ja yksilöllisten tekijöiden puitteissa pidempäänkin.

Kaksi viikkoa yhdenmittaista mittausta on poikkeuksellisen pitkä aika, mutta on mahdollista toteuttaa lähes yhdenmittaisena. (T. Hyytiä, henkilökohtainen tiedonanto 27.10.2020) Ennen mittauksen toteutusta osallistujille ohjeistettiin Bodyguard 2-laitteen käyttö. Lisäksi osallistujia ohjeistettiin arvioimaan kokemansa harjoittelun kuormittavuus Likert-asteikolla 1-5 (1=erittäin kevyt, 2= kevyt, 3=kohtalaisen kuormittava, 4=raskas 5=erittäin raskas). Subjektiiivisia tuntemuksia kuormittuneisuudesta pyydettiin arvioimaan kerran päivässä koko mittausjakson ajan, päivän päätteeksi Likert-asteikolla (1=erittäin kevyt, 2=kevyt, 3=kohtalaisen kuormittava, 4=raskas 5=erittäin raskas). Subjektiiivista arviota ja datan analyysia tukemaan pyydettiin osallistujia merkitsemään päivän kulkunsa myös mahdollisimman tarkasti (esim. työ-/koulu- ja ruokailuajat).

Viisiportainen asteikko valikoitui, jotta dataa analysoidessa se olisi helposti verrattavissa Firstbeatin sykedatasta laskettuun modifioituun TRIMP-lukemaan aineiston määrällistä analyysiä varten. Eräs modifioitu TRIMP-menetelmä jakaa suorituksen intensiteetin viiteen eri sykealueeseen, jotka ovat suhteutettu urheilijan maksimisykkeeseen (maxHR). Ensimmäinen alue eli alue 1 on 50–59 % maxHR, alue 2 60–69 % maxHR, alue 3 70–79 % maxHR, alue 4 80–89 % maxHR ja luonnollisesti alue 5 90–100 % maxHR (Halson 2014; Kent, 2006). Tätä jaottelua käytetään monissa kokonaiskuormituksen seuranta laitteissa esimerkiksi Firstbeatin harjoitusanalyysissä ja muun muassa ammattilaisjääkiekossa (Firstbeat 2021a; R5 Athletics and health 2021).

Tässä opinnäytetyössä on käytetty kaavaa:

$$\text{TRIMP} = T * \left[\frac{(\text{HR}_{\text{ave}} - \text{HR}_{\text{lepo}})}{\text{HR}_{\text{max}} - \text{HR}_{\text{lepo}}} \right] * 0,64e^{(1,92 * \left(\frac{\text{HR}_{\text{ave}} - \text{HR}_{\text{lepo}}}{\text{HR}_{\text{max}} - \text{HR}_{\text{lepo}}} \right))}$$

T=harjoituksen kesto

e=Neperin luku n. 2,718

HR_{lepo} =leposyke

HR_{ave} = harjoituksen aikainen keskisyke

HR_{max} = harjoituksen maksimisyke

(Firstbeat N.d)

Osallistujia ohjeistettiin olemaan puhelimitse yhteydessä heihin yhteydessä olleeseen opiskelijaan, mikäli mittauksen aikana ilmeni kysyttävää. Mittauksen päätyttyä Bodyguard 2-laitteet kerättiin sokkouttamattoman opinnäytetyötä tekevän opiskelijan toimesta. Laitteet purettiin Turun Ammattikorkeakoulun Firstbeat-tunnusten takana olevalle käyttäjälle. Firstbeat-sivustolta ladattiin jokaisen urheilijan henkilökohtainen Firstbeat-teknologian hyvinvointiraportti sekä asiantuntijaraportti. Purettu tieto tallennettiin koulun tunnusten takana olevalle Onedrive-tilille, josta raporteista poistettiin kaikki henkilötiedot. Urheilijoiden kanssa yhteydessä ollut opiskelija nimesi Firstbeat analyysit Case 1, Case 2, Case 3 ja Case 4 ja toimitti ne sähköisesti toiselle opinnäytetyön tekijälle.

Koko mittausjakson ajalta oli tarkoitus tutkia, kuinka hyvin urheilija palautuu leirin (19.11.2020-22.11.2020) jälkeen leiriä edeltäneeseen tilaan verrattuna. Datasta selvitettiin mahdollisia yhteneväisyyksiä urheilijan oman subjektiivisen kuormittuneisuuden ja Firstbeatin antaman tiedon välillä. Koko mittausjakson ajalta tutkittiin päiväkohtaista kuormittumista sekä yksittäisten harjoitusten kuormittavuutta. Päiväkohtaista kuormittuneisuutta analysoitiin Firstbeat hyvinvointianalyysistä sykevälivaihteluun pohjautuvasta ”stressin ja palautumisen tasapaino”-muuttujasta. Harjoittelun kuormittavuutta arvioitiin Firstbeatin harjoitusvaikutusraportista saatujen syketietojen ja harjoittelun keston pohjalta laskemalla Excelissä harjoituskohtainen TRIMP.

7 TUTKIMUKSEN TULOKSET

Kerättyä objektiivista dataa verrattiin urheilijan subjektiiviseen arvioon omasta kuormittuneisuudesta eli tarkasteltiin, minkälaisena urheilija kokee kokonaiskuormituksensa suhteessa Firstbeatin antamaan arvioon. Jokaisen tutkittavan kohdalla on esitetty Firstbeatin tekemän hyvinvointianalyysin yhteenveto. Kuvissa (kuva 12, 15, 18, 20) nähtävä punainen väri kuvaa kuormittumista eli matalaa sykevälivaihtelua. Vihreä puolestaan kuvaa palautumista, eli korkeampaa sykevälivaihtelua, jolloin parasympaattisen hermoston toiminta aktivoituu. Sininen väri indikoi harjoittelujaksoa. Lisäksi päiväkohtaista ja harjoituskohtaista kuormitusta on kuvattu viivadiagrammein, jossa x-akselilla on päivä/harjoitus, vasemmanpuoleisella y-akselilla urheilijan subjektiivinen käsitys kuormittuneisuudestaan (asteikko 1–5) ja oikeanpuoleisella pystyakselilla Firstbeatin antama kuormittuneisuuden arvio päiväkohtaisesti 100–0 ja harjoituskohtaisesti TRIMP-arvo.

Objektiivisia mittareita eli sykevälivaihtelua ja TRIMP:ä on havainnollistettu kuvaajissa punaisella viivalla. On huomioitava, ettei Firstbeat:n kokonaiskuormituksen mittarin skaalasta tiedetä, onko se tasavälinen ja täysin lineaarinen. Kokonaiskuormituksen päiväkohtaisen stressin ja palautumisen tasapainon arvo on käännetty 100–0 eli laskevaksi kuvion havainnollisuutta selkeyttääkseen. Kuviota tulee lukea niin, että mitä korkeammalla viiva on, sitä korkeampaa on kuormitus eli sitä heikompaa palautuminen on (määrällisesti ja laadullisesti). TRIMP-luvut ovat yksilöllisiä, mutta kuvion selkeyden vuoksi on määriteltä skaala 0–300.

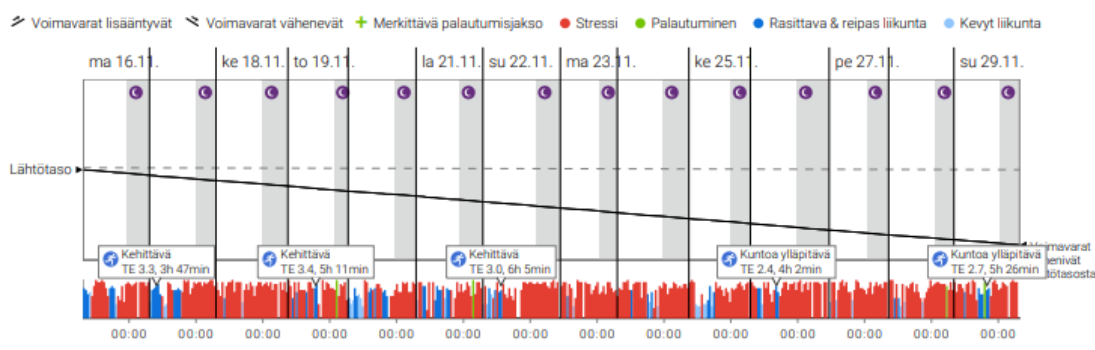
Jokaisen urheilijan subjektiiviset kuormittuneisuusmerkinnät (skaala Likert asteikolla 1–5) näkyvät sinisenä pisteenä kuvissa (kuvat 13,14,16,17,19,21,22) ja pisteitä yhdistää vaalean sininen katkoviiva. Mikäli dataa puuttuu ei pistettä ole ja sininen katkoviiva puuttuu tämän päivän tai harjoituksen kohdalta. Kuviot havainnollistavat objektiivisen ja subjektiivisen kuormittuneisuusmittarin välistä vaihtelua ja niillä pyritään visualisoimaan mahdollisia yhtäläisyyksiä.

7.1 Case 1

HYVINVOINTIANALYYSIN YHTEENVETO

Henkilö: Case 1	Aktiivisuusluokka 8.0 (Huippukunto)	Hyvinvointianalyysi: 16.11.2020 - 29.11.2020
Ikä	Leposyke 67	
Pituus (cm)	Maksimisyke 202	
Paino (kg)		
Painoindeksi		

VOIMAVARAT



HYVINVOINTIANALYYSIN KOKONAISPISTEET

Tulos perustuu stressin ja palautumisen, unen ja liikunnan mittaustuloksiisi. Näitä osa-alueita parantamalla edistät hyvinvointiasi ja nostat pistemäärääsi.



85 - 100p Erittäin hyvä
60 - 84p Hyvä
30 - 59p Kohtalainen
15 - 29p Heikko
0 - 14p Erittäin heikko

Hyvinvointianalyysiin osallistuneiden keskiarvo on 55p.

Kuva 10. Case 1.

Esitettyinä yllä (kuva 12) on Firstbeatin hyvinvointianalyysin ”yhteenveto”-osio. Tässä osiossa on dataa koko mittausjakson ajalta. Sykedataa ei puutu ja mittausjakso on yhtenäinen. Mittaus onnistui tunnistamaan kyseisen urheilijan kovan, jatkuvan kuormittumisen, jota havainnollistaa runsas punaisten palkkien esiintyvyys.

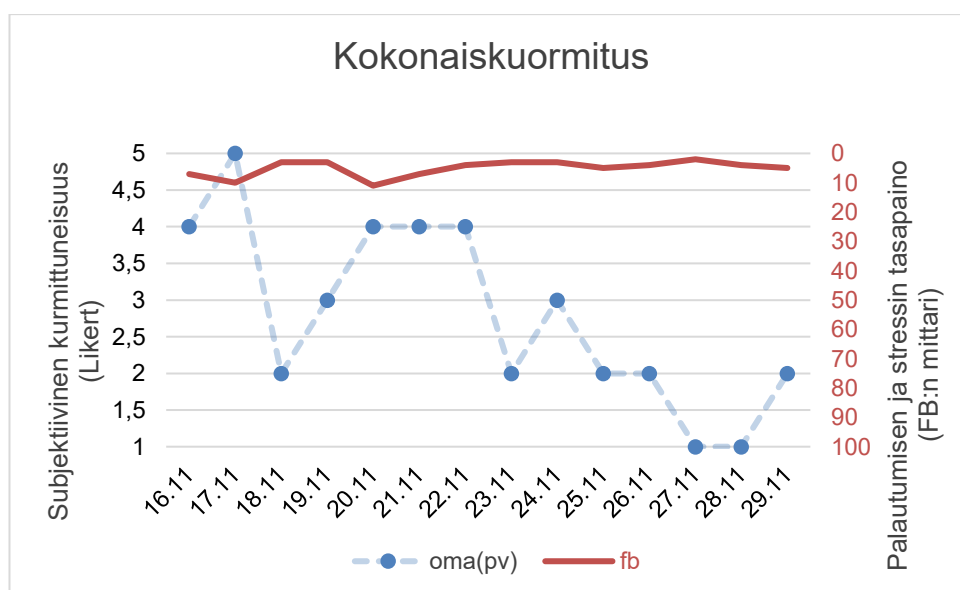
Yllä olevasta kuvasta nähdään, että voimavarojen taso laskee lähes lineaarisesti koko mittausjakson ajan. Kyseinen urheilija oli jo leiriä edeltävänä aikana kuormittunut Firstbeat-mittauksen perusteella (kts. kuva 12), eikä palautumista esiintynyt juuri lainkaan. Tätä kuvasti myös jatkuva matala sykevälivaihtelu. Myös lepopäivänä (keskiviikko 18.11.2020) esiintyy urheilijan arjessa lähinnä kuormitusta. Sen sijaan leirin aikana on pidempi palautumisen jakso unen aikana ja tarkemmin alkuyöstä.

Leirin aikana (torstai 19.11.-sunnuntai 22.11.) palautuminen on parempaa kuin leiriä edeltävänä tai sen jälkeisenä aikana (kuva 13). Sykevälivaihtelu oli tällöinkin matalaa, mutta korkeampaa kuin muulloin, vaikka harjoituksia oli kestoaltaan enemmän ja ne

koettiin keskimäärin raskaiksi. Leirin jälkeen kuormittuminen on jälleen korkeaa, eikä palautumista esiinny juurikaan, vaikka harjoittelun intensiteetti ja volyyymi laski pariksi päiväksi huomattavasti.

Unen aikainen palautuminen oli heikkoa kauttaaltaan koko mittausjakson ajan, vaikkakin leirin aikana kahtena yönä sitä esiintyi enemmän ja kuormitus unen aikana laski. Verrattuna esimerkiksi muihin urheilijoihin, voimavaroja kuvaava käyrä on suora johtuen siitä, että kuormitusta tuli jatkuvasti palautumista enemmän. Voimavarojen arvioidaan laskeeneen mittausjakson aikana lähtötasoon nähden.

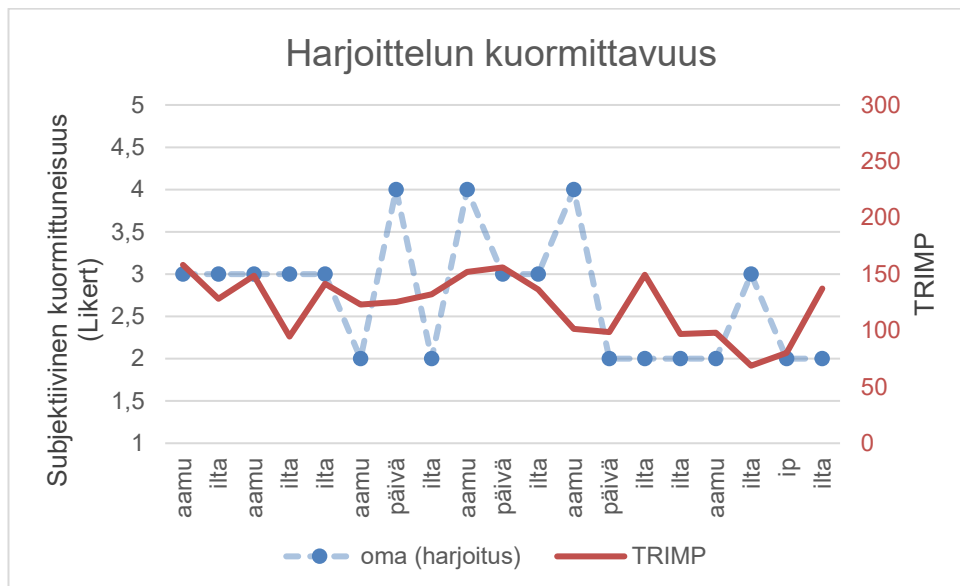
Hyvinvointianalyysin kokonaispisteet osoittavat, että palautumisen ja kuormittumisen suhde on ”kohtalainen”. Tähän vaikuttaa sykevälivaihteluun pohjautuvan datan lisäksi myös harjoitteluaktiivisuus, joka on urheilijalla korkeaa kuten olettaa voikin. Tulosten pohjalta voidaan olettaa, että urheilijan arki on kuormittavaa tai hän ei arjessa palaudu tarpeeksi suhteessa lukuisiin kuormitustekijöihin. Leirin aikana palautuminen on Firstbeat mittauksen perusteella parempaa kuin normaaliarjessa. Leiripäivien jälkeen kevennetyt harjoittelupäivät arjessa eivät vaikuta edesauttavan palautumista.



Kuva 11. Kokonaiskuormitus case 1.

Urheilijan sykevälivaihtelun ollessa matalaa koko mittausjakson ajan (muutamia loivia laskuja lukuun ottamatta), visuaalisesti tarkasteltu yhteneväisyys subjektiivisen arvion ja Firstbeatin sykevälivaihteluun perustuvan tiedon välillä on heikkoa. Urheilija tunnistaa olleensa hyvin kuormittunut leiriä edeltävänä aikana, joka korreloi melko vahvasti

Firstbeat-mittarin antaman tiedon kanssa. Hän myös tunnisti harjoitusleirin olleen kuormittava. Urheilija itse kokee kuitenkin leirin jälkeisen jakson olleen kevyttä eli kuormittamisen alhaista. Firstbeat-mittauksen sykevälivaihtelu arvojen mukaan, objektiivisesti tarkasteltuna pysyy palautuminen kuitenkin alhaisena ja sykevälivaihtelu jopa hieman laskee.



Kuva 12. Harjoittelun kuormittavuus case 1.

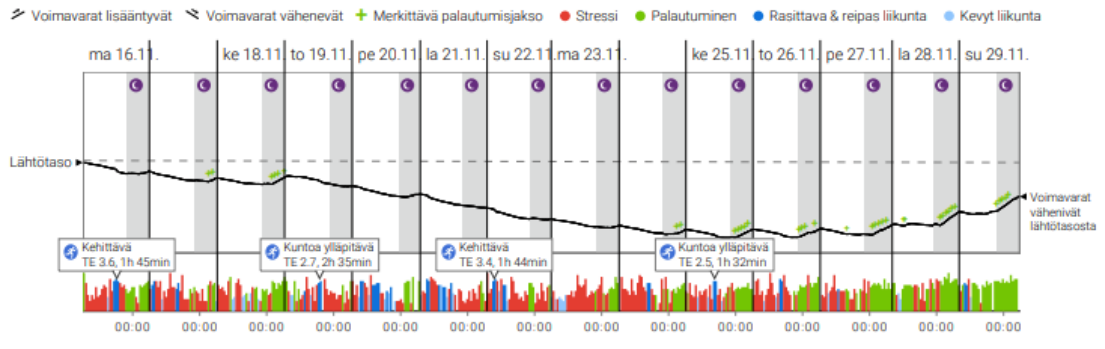
Poiketen päiväkohtaisesta kuormittuneisuudesta, kyseisen urheilijan harjoittelun kuormittavuudessa voidaan havaita (kuva 14) positiivista korrelaatiota subjektiivisen ja objektiivisen mittarin välillä. Molemmissa käyrissä on havaittavissa samoissa kohdin piikkejä, jolloin harjoituksen kuormitus on ollut korkea. Osittain havaittavissa on kuitenkin myös negatiivista korrelaatiota, jolloin TRIMP:llä mitattu harjoittelun kuormittavuus ei vastaa urheilijan itsearvioitua kuormittuneisuutta.

7.2 Case 2

HYVINVOINTIANALYYSIN YHTEENVETO

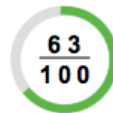
Henkilö: Case 2	Aktiivisuusluokka 8.0 (Huippukunto)	Hyvinvointianalyysi: 16.11.2020 - 29.11.2020
Ikä	Leposyke 44	
Pituus (cm)	Maksimisyke 193	
Paino (kg)		
Painoindeksi		

VOIMAVARAT



HYVINVOINTIANALYYSIN KOKONAISPISTEET

Tulos perustuu stressin ja palautumisen, unen ja liikunnan mittaustuloksiisi. Näitä osa-alueita parantamalla edistät hyvinvointiasi ja nostat pistemääräsi.



85 - 100p Erittäin hyvä

60 - 84p Hyvä

30 - 59p Kohtalainen

15 - 29p Heikko

0 - 14p Erittäin heikko

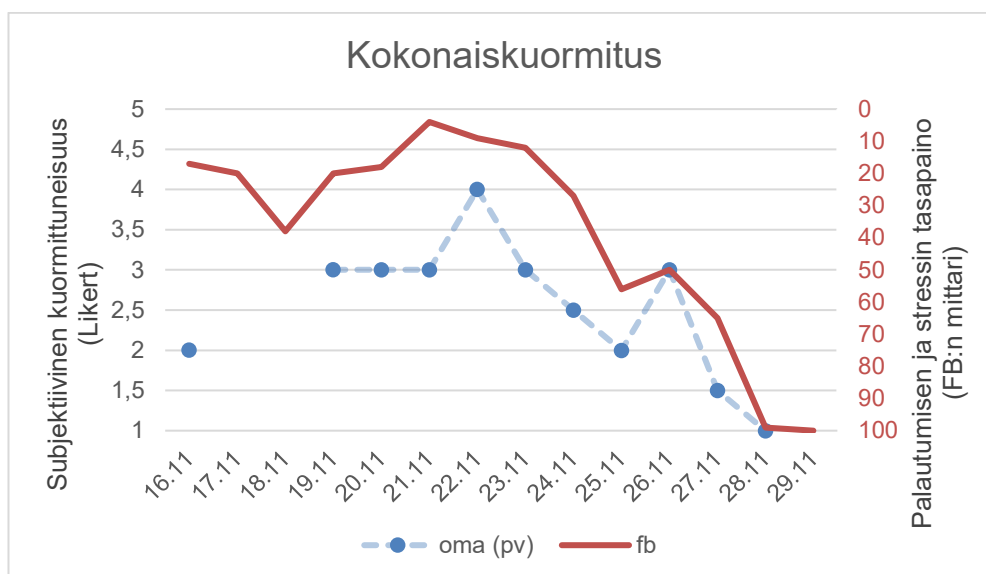
Hyvinvointianalyysiin osallistuneiden keskiarvo on 55p.

Kuva 13. Case 2.

Yllä olevasta mittausjakson yhteenvedosta havaitaan, että mittaus on teknisesti onnistunut eli yhtäjaksoinen ja havaittavissa on muutoksia sykevälivaihtelussa. Firstbeat-mittaus on havainnut sekä kuormittumista että palautumista. Punaista ja vihreää väriä esiintyy molempia suhteessa paljon ja myös harjoitusjaksot erottuvat arjesta. Pääasiassa on havaittavissa, että punaiset jaksot sijoittuvat valveillaoloaikaan ja vihreät eli palauttavat jaksot uniajoille. Kuitenkin myös päivän aikana on palautumista, joka on tärkeää urheilijoille, kun harjoittelun kuormittavuus on suurta.

Voimavaroja kuvaava käyrä lähtee laskuun leirin alkaessa ja sama trendi jatkuu leirin jälkeiseen torstaihin (26.11.) asti. Tämän jälkeen voimavarakäyrän kulku muuttuikin nousevaksi, eli voimavarat alkavat nousemaan. Mittausjakson loputtua voimavarat ovat vähentyneet mittausjakson alkuun verrattuna, mutta ovat selkeässä nousussa. Urheilijan voimavarat eivät siis aivan yltäneet ja kokonaiskuormitus palautunut leiriä edeltäneeseen tilaan. Trendistä voidaan päätellä, että mikäli mittausjakso olisi jatkunut edes muutamia

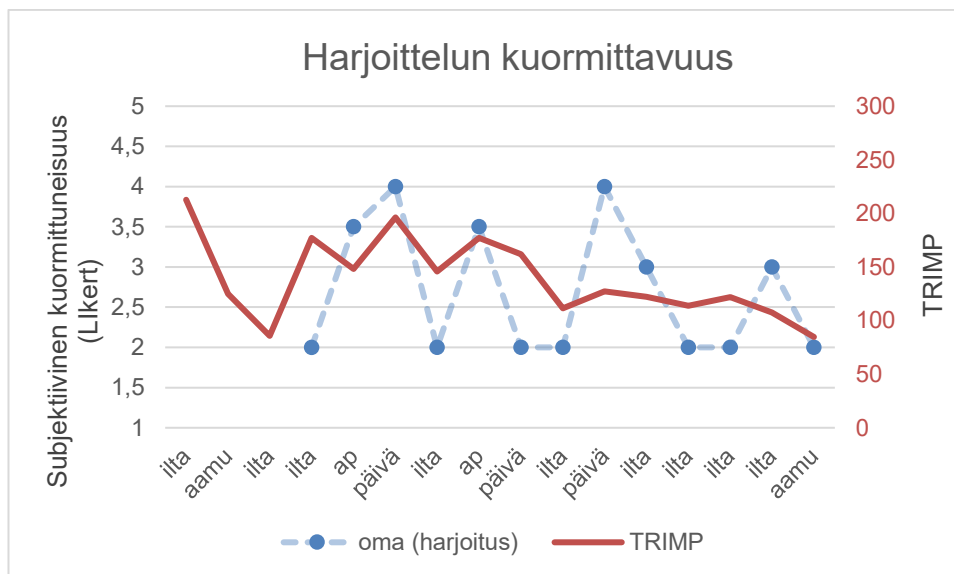
päiviä pidempään, olisivat voimavarat voineet nousta lähtötasolle tai jopa sen yläpuolelle (jolloin havaittavissa olisi superkompensaatioilmiö) (Ankers 2020).



Kuva 14. Kokonaiskuormitus case 2.

Kuva 16 kuvastaa urheilijan subjektiivista arviota kuormittuneisuudestaan suhteessa Firstbeat-mittauksen antamaan sykevälvaihteludataan. Havaittavissa on yhtäläisyyksiä käyrien kulussa. Valitettavaa on, että muutamalta päivältä mittauksen alkupuolelta puuttuu urheilijan subjektiivinen arvio etenkin, kun näistä päivistä toinen on ensimmäinen leiripäivä. Kuormitus nousee leirin loppupuolella ja leirin loputtua ja vuorostaan palautuminen tehostuu leirin jälkeisten lepopäivien jälkeen.

Käyrien kohtuullisen voimakas positiivinen korrelaatio osoittaa yhtäläisyyksiä objektiivisen ja subjektiivisen arvion välillä. Urheilija on kokenut 26.–27.11. välisen ajan olleen edeltävää päiviä kuormittavampaa ja samanlainen ilmiö on havaittavissa myös Firstbeat-mittauksen antamasta datasta.



Kuva 15. Harjoittelun kuormittavuus case 2.

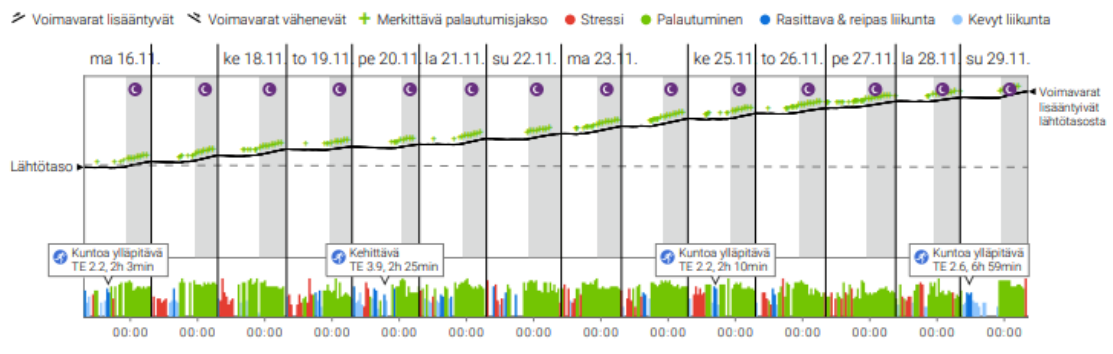
Subjektiiivisen mittarin dataa puuttui ensimmäisten kolmen harjoituksen osalta, jolloin tulokset ovat kuitenkin puutteelliset. Olemassa olevasta datasta nähdään, että urheilija kokee kuormittavammaksi harjoitteet, joissa TRIMP-lukema on myös ollut korkeampi. TRIMP-käyrässä näyttää olevan nousuja ja laskuja subjektiivista mittaria enemmän, mutta tämä johtuu osittain laajemmasta skaalasta. Käyrät ovat keskenään melko samankaltaiset ja voidaankin todeta subjektiivisen ja objektiivisen mittarin välillä esiintyvän vahvaa yhtäläisyyttä kyseisen urheilijan kohdalla.

7.3 Case 3

HYVINVOINTIANALYYSIN YHTEENVETO

Henkilö: case 3	Aktiivisuusluokka 8.0 (Huippukunto)	Hyvinvointianalyysi: 16.11.2020 - 29.11.2020
Ikä	Leposyke 47	Lisätietoja:
Pituus (cm)	Maksimisyke 196	Puuttuva sykätieto: ma 16.11. (29%), ti 17.11. (27%), ke 18.11. (28%), to 19.11. (31%), pe 20.11. (34%), la 21.11. (29%), su 22.11. (35%), ti 24.11. (27%), ke 25.11. (25%), to 26.11. (18%), su 29.11. (40%)
Paino (kg)		
Painoindeksi		

VOIMAVARAT



HYVINVOINTIANALYYSIN KOKONAISPISTEET

Tulos perustuu stressin ja palautumisen, unen ja liikunnan mittaustuloksiisi. Näitä osa-alueita parantamalla edistät hyvinvointiasi ja nostat pistemäärääsi.



85 - 100p. Erittäin hyvä

60 - 84p Hyvä

30 - 59p Kohtalainen

15 - 29p Heikko

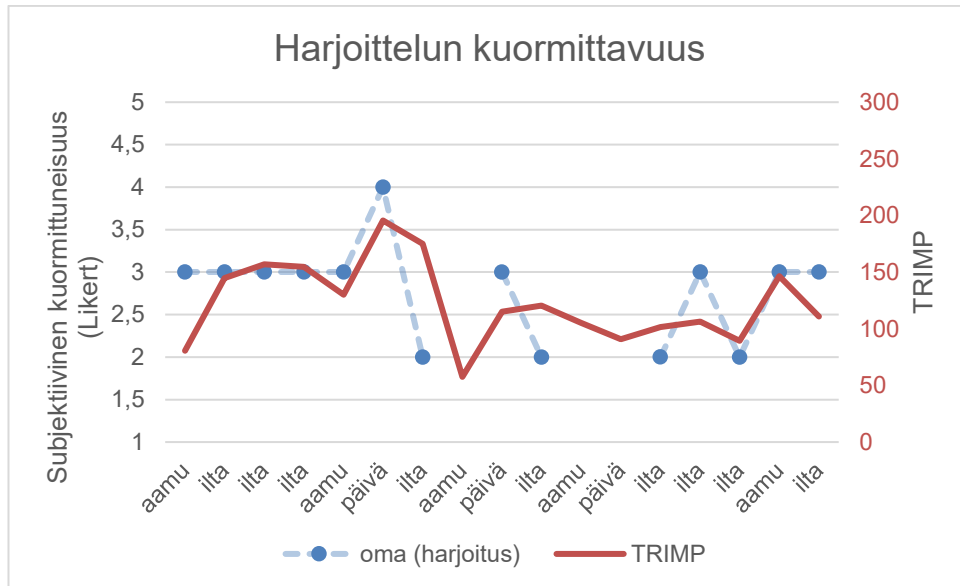
0 - 14p Erittäin heikko

Hyvinvointianalyysin osallistuneiden keskiarvo on 55p.

Kuva 16. Case 3.

Case 3 urheilijan mittaus valitettavasti joudutaan toteamaan epäluotettavaksi. Puuttuvaa sykätietoa on jokaiselta mittausjakson vuorokaudelta lähes 30%, jolloin sykevälivaihtelua ei voida tarkastella tai analysoida luotettavasti. Käytetty mittari testattiin opinnäytetyön opiskelijoiden toimesta mittauksen jälkeen ja sen todettiin olevan teknisesti viallinen. Mittari toimitettiin Turun Liikunta Laboratoriolle ja otettiin pois käytöstä. Urheilija sai uuden mittarin käyttöön seuraavalle leirille, joka toteutui joulukuussa 2020. Urheilija ei kuitenkaan pystynyt suorittamaan uutta kahden viikon mittaista jaksoa, sillä rintakehän iho ärtyi siitä liikaa.

Yllä kuvassa 18 on kahden viikon aikainen mittausjakso kuvattuna, mutta tuloksia ei voida pitää luotettavina eikä niitä siksi tulkita tässä opinnäytetyössä tarkemmin. Harjoitusraportissa oli kuitenkin luotettavaa ja yhtäjaksoista sykätietoa harjoitusjaksojen ajalta, joten niistä tehtiin muiden Case-analyyysien tapaan kuvio ja analyysi (kts. kuva 19).



Kuva 17. Harjoittelun kuormittavuus case 3.

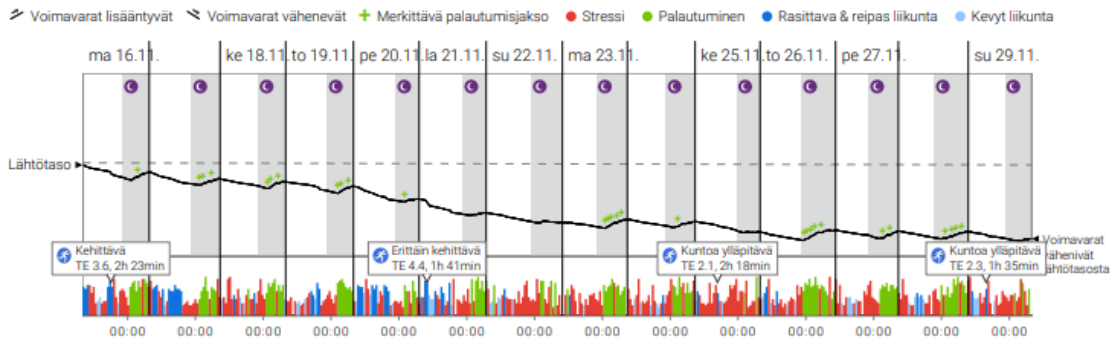
Joitain harjoituskertoja jäi urheilijalta arvioimatta, mutta valtaosa datasta saatiin havainnollistettua yllä olevaan kuvioon (kuva 19). Havaittavissa on, että käyrät kulkevat melko samankaltaisesti, eli voidaan havaita yhteneväisyyttä objektiivisen ja subjektiivisen mittarin välillä. Urheilija tunnistaa mitkä treenit ovat olleet kuormittavimpia, eli missä harjoituksissa TRIMP-lukemat ovat olleet korkeimmillaan. Urheilija on myös osannut arvioida mitkä harjoitukset ovat olleet kuormitukseltaan kevyempiä.

7.4 Case 4

HYVINVOINTIANALYYSIN YHTEENVETO

Henkilö: case 4	Aktiivisuusluokka 8.0 (Huippukunto)	Hyvinvointianalyysi: 16.11.2020 - 29.11.2020
Ikä	Leposyke 50	
Pituus (cm)	Maksimisyke 196	
Paino (kg)		
Painoindeksi		

VOIMAVARAT



HYVINVOINTIANALYYSIN KOKONAISPISTEET

Tulos perustuu stressin ja palautumisen, unen ja liikunnan mittaustuloksiisi. Näitä osa-alueita parantamalla edistät hyvinvointiasi ja nostat pistemäärääsi.



85 - 100p Erittäin hyvä
 60 - 84p Hyvä
 30 - 59p Kohtalainen
 15 - 29p Heikko
 0 - 14p Erittäin heikko

Hyvinvointianalyysiin osallistuneiden keskiarvo on 55p.

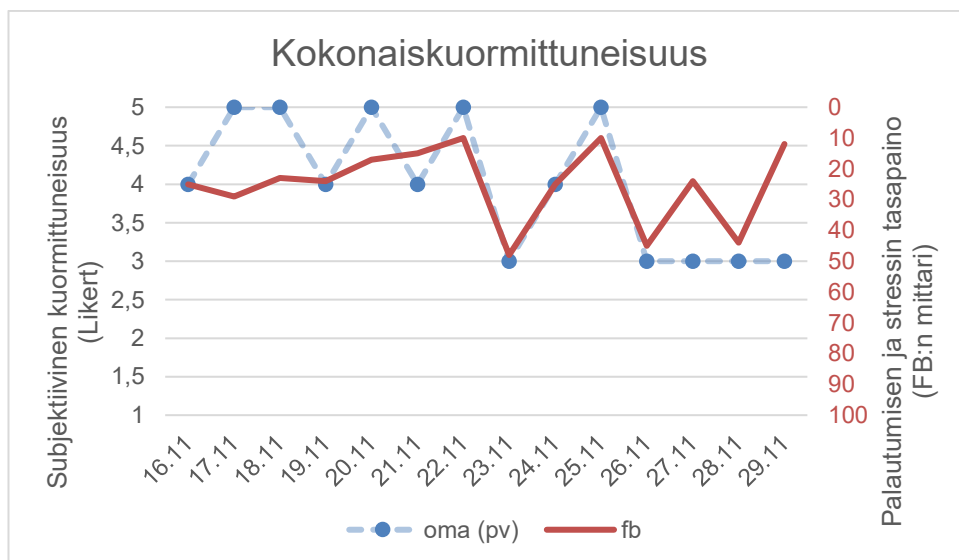
Kuva 18. Case 4.

Case 4 urheilijan mittausjakso on teknisesti onnistunut eli yhtäjaksoinen ja siinä esiintyy kuormitusta ja palautumista. Kyseisen urheilijan kohdalla huomioitavaa on kuitenkin loukkaantuminen leirin alussa, joka esti suunnitelmanmukaisen harjoittelun. Tämä itsessään on toki vähentänyt fyysistä kuormitusta (harjoitusjaksojen kuormitus ja kesto vähentynyt), mutta psyykinen kuormitus sen sijaan on voinut kasvaa (Williams & Andersen 2007). Tämä on huomioitava tulosten analysoinnissa.

Suhteessa palautuviin hetkiin eli vihreisiin pylväisiin kuormittavia hetkiä eli punaisia pylväitä on havaittavissa enemmän. Kyseisellä urheilijalla leiriä edeltävässä normaaliarjessa on enemmän kuormitusta kuin palautumista. Leirin aikana tässä ei ole havaittavissa selkeää muutosta. Leiriolosuhteissa arjen kuormitustekijät, kuten opiskelut eivät kuormita ja esimerkiksi kotiaskareet on eliminoitu. Tämä pelkästään voi jo johtaa ilmiöön, jossa urheilija palautuu leirin aikana jopa paremmin kuin arjessa vaikka harjoituksia on enemmän.

Loukkaantumisen jälkeen (lauantaina 21.11.) kyseinen urheilija ei voinut harjoitella normaalisti intensiteetin tai harjoituksen keston puolesta, joka toisaalta edesauttoi palautumista ja vähensi lisääntyvää kuormitusta. Sunnuntaina on kuitenkin havaittavissa huomattavasti enemmän kuormittumista kuin edeltävänä päivänä, joka voi viitata juurikin loukkaantumisen aiheuttamaan psyykkiseen kuormittumiseen.

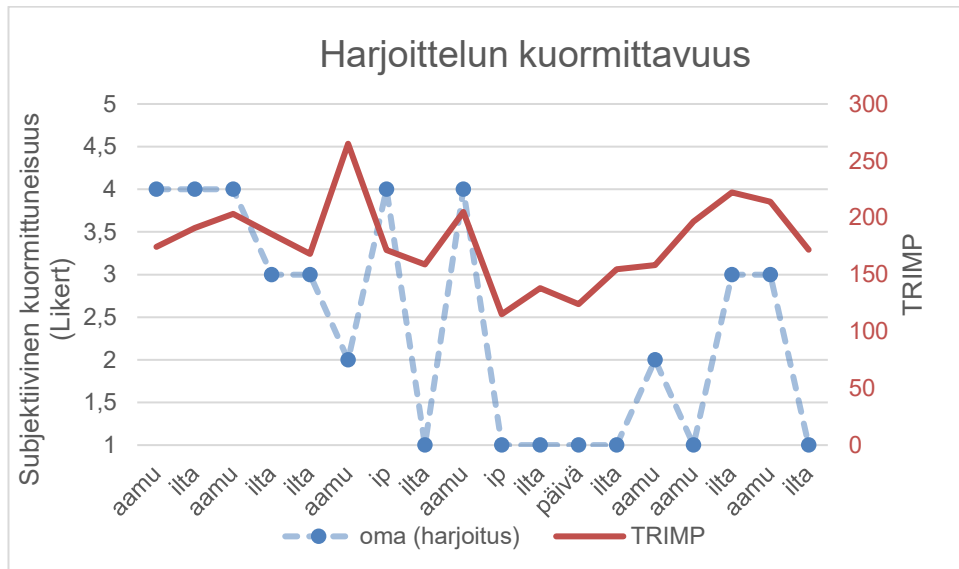
Voimavaroja kuvastavasta käyrästä on havaittavissa laskeva trendi mittausjakson aloituksesta torstaihin (26.11.) asti. Tällöin kuitenkin käyrä tasoittuu, eikä lasku ole enää yhtä jyrkkää. Voimavarojen nähdään nousevan lähes joka yö (21.11.–22.11.) lukuun ottamatta loukkaantumispäivää seurannutta yötä. Tästä voidaan päätellä urheilijan pääasiassa palautuvan hyvin unen aikana. Mittausjakson aikana voimavarat laskivat lähtötasoon nähden, eivätkä lähteneet nousuun mittausjakson aikana. Tähän on kuitenkin harjoittelun kuormittavuuden lisäksi voinut vaikuttaa loukkaantuminen.



Kuva 19. Kokonaiskuormitus case 4.

Kuva 21 esittää urheilijan päiväkohtaista kokonaiskuormittuneisuutta subjektiivisesti ja objektiivisesti arvioiden. Urheilijalla ei ollut puuttuvia merkintöjä subjektiivisesti koetusta kuormittuneisuudesta, joten käyrä kuvaa koko mittausjakson ajalta koetun kuormittuneisuuden hyvin. Sykevälivaihtelussa havaittavissa on nouseva trendi 22.11. eli leirin loppuun asti. Urheilija itse koki osan päivistä olleen kuitenkin välillä vähemmän kuormittavia. Urheilija tunnisti hyvin leirin jälkeisen kuormituksen laskun, joka johtui lepopäivästä sekä myös loukkaantumisen aiheuttamasta pakkolevosta.

Leirin jälkeen on esiintynyt myös kuormittavampia päiviä, joka on havaittavissa niin subjektiivisesta datasta kuin myös Firstbeat-mittarin tuottamasta datasta. Urheilija arvioi kokonaiskuormitustaan koko mittausjakson ajalta kohtalaiseksi, kuormittuneeksi tai erittäin kuormittuneeksi. Tätä tukee myös sykevälivaihtelua kuvastava käyrä. Urheilijan itse-reflektio vastaa siis pääosin Firstbeatin tuottamaa dataa.



Kuva 20. Harjoittelun kuormittavuus case 4.

Harjoittelun kuormittavuutta tarkastellessa (Kuva 22) nähdään, kuinka harjoittelun kuormittavuus vaihteli paljon harjoitusten välillä (tämäkin lienee johtuvan loukkaantumisesta). Molemmista käyristä havaittavat trendit osoittavat muun muassa leirin sekä mittausjakson loppupuolella yhtäläisyyksiä subjektiivisen ja objektiivisen mittarin välillä. Negatiivista korrelaatiota objektiivisen ja subjektiivisen mittarin välillä on kuitenkin myös havaittavissa leirin ensimmäisenä päivänä, jolloin TRIMP-lukema on 250 paikkeilla, mutta urheilija itse koki harjoituksen tasolle 2, eli kevyeksi.

8 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Otoksen ollessa pieni ja ennemminkin osittain valikoitunut näyte, oli se tutkimuksellisesti pieni, mutta opinnäytetyön pedagogista tarkoitusta varten riittävä (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006). Yksi neljästä mittauksista epäonnistui laitevian vuoksi ja siksi tässä opinnäytetyön osuudessa käsitellään toisinaan vain kolmea tutkittavaa. Suuremmalla otoksella olisi voitu välttyä prosentuaalisesti merkittävältä (lähes 25 %) mittausdatan puuttumiselta ja siten sen epäluotettavuudelta.

Case 1-analyysin tuloksista voidaan ensisijaisesti arvioida, ettei subjektiivisen- ja objektiivisen mittarin välistä yhtäläisyyttä ollut juuri lainkaan. Voitaisiin päätellä, ettei urheilija tunnista nimenomaan arjen kuormitustekijöitä tarpeeksi, eikä hän palaudu juurikaan (varsinkaan unen aikana kuten aiemmin todettu). Kyseinen urheilija kuitenkin tunnistaa kuormittuneisuuden nousseen alussa ja leirin aikana. Jatkossa olisi hyvä selvittää oliko korkea kuormittuneisuus vain sattumaa tälle kyseiselle ajanjaksolle, johtuiko se vain leiriä edeltävistä kuormittavista päivistä, vai onko kyseessä elämäntavat ja tottumukset, joihin sisältyy liian paljon kuormitusta suhteessa palautumiseen. Kohdassa 9 Pohdinta pohditaan myös sitä, voiko kyseessä olla laitevian vuoksi epäonnistunut mittaus.

Pääosin Case 1 urheilija kuitenkin tunnistaa missä harjoituksissa hän kuormittuu ja mitkä harjoitukset ovat kuormitukseltaan kevyempiä. Tämä on tärkeää urheilijan osata, jotta hän osaa asennoitua harjoitukseen oikein sekä seurantaa varten, jotta hän osaa arvioida kuinka on jaksanut suoriutua eri harjoitteista. Valmentajalle tämä on myös tärkeää kuormittuneisuuden seurannassa sekä esimerkiksi seuraavan harjoittelujakson tai leirin ohjelman suunnittelussa.

Case 2 kohdalla harjoitusleirin vaikutus on nostanut kuormitusta ja laskenut voimavaroja (Kuva 15, kuva 16, kuva 17). Urheilijan hyvinvointianalyysin kokonaispisteet kuvastavat ”hyvää” tulosta. Urheilijan sykevälivaihtelussa oli tuloksia analysoidessa havaittavissa muutoksia mittausjakson ajalta sekä myös yön ja päivän välillä. Tämä viittaa hyvään tasapainoon sympaattisen ja parasympaattisen hermoston välillä eli, urheilija kuormittuu ja palautuu hyvässä suhteessa. Kovalle harjoittelulle ja työpäiville tyyppilliseen tapaan päiväsaikaan on havaittavissa enemmän kuormittumista kuin palautumista, mutta yöllä urheilija palautuu hyvin.

Case 2 urheilijan palautuminen leirin jälkeen on viivästynyttä ja alkanut selkeästi vasta kaksi päivää leirin jälkeen. Leiriä edeltäneeseen tilaan palautuminen ei aivan ehtinyt tapahtua viikossa ja olisikin kiinnostavaa tietää, kuinka kauan siinä olisi kestänyt, mikäli mittauksista olisi jatkettu esimerkiksi toisella viikolla. Urheilija osaa arvioida kokonaisvaltaisesti arjen ja harjoittelun kuormittavuutta sekä tunnistaa myös palautuvansa harjoitusten välissä suhteessa Firstbeat mittauksen antamaan arvioon. Urheilijoilta olisi hyvä jatkossa seurata kuinka tässä opinnäytetyössä tutkitut mittarit korreloivat esimerkiksi lajinomaisen suorituskyky testien kanssa, joita keihäänheitonharjoittelussa käytetään paitsi kehityksen myös kokonaiskuormituksen seurannassa.

Case 3 osalta, kun päiväkohtaista kuormittuneisuutta ei voitu arvioida, pelkästään harjoittelun kuormittavuuden arvioinnilla ei voida sanoa tunnistako urheilija kuormitustekijöitä arjessaan suhteessa objektiiviseen mittariin eli sykevälivaihteluun. Keskimäärin urheilija oli kuitenkin arvioinut päivittäisen kuormittuneisuutensa melko korkeaksi leiriä edeltävinä päivinä sekä leirin aikana. Urheilija käy harjoittelun ohella myös koulua, joka on monelle todella olennainen kuormitustekijä. Urheilija koki kuitenkin palautuneensa hyvin leirin jälkeen eli hän arvioi kokonaiskuormituksen laskeneen (leiriä ennen ja sen aikana 4–5 ja leirin jälkeen 2–3 Likert-asteikolla). Jatkossa olisi hyvä tarkastella leirin tai kovemman harjoittelujakson jälkeistä palautumista suhteessa urheilijan omaan arvioon.

Case 4 urheilijan subjektiivinen päiväkohtainen arvio on yhteneväinen Firstbeatin sykevälivaihteludatan kanssa. Pääteltävissä on myös, että hän tunnistaa kuinka loukkaantuminen aiheutti kuormittumisen hetkellisen nousun. Urheilija koki itsensä melko kuormittuneeksi koko mittausjakson ajan ja jatkon kannalta olisi tärkeää selvittää oliko tämä vain hetkellinen olotila vai onko se jatkuvaa arjessa. Jos jälkimmäinen pitää paikkansa, olisi tähän hyvä kiinnittää huomiota, jotta hän ehtisi palautua tarpeeksi. Pääosin urheilijan arvioi harjoituksen kuormittavuudesta vastaa TRIMP-arvoa. Korkeilla TRIMP-lukemilla harjoittelevan tavoitteellisen urheilijan on todella tärkeä tunnistaa harjoitusten kuormittavuus ja etenkin loukkaantumisen myötä palata ja reflektoida sitä miten kuormittavaa loukkaantumista edeltänyt harjoittelujakso on ollut.

Havaittavissa ei ollut selkeää trendiä, kuinka urheilijat palautuivat leirin jälkeen suhteessa leiriä edeltäneeseen aikaan. Heikoiten palautuneen urheilijan kohdalla kuormittuneisuus oli objektiivisesti mitattuna jatkuvasti todella korkeaa ja palautuminen heikkoa. Yhdellä urheilijoista oli selkeästi havaittavissa, kuinka palautuminen leirijakson jälkeen oli viivästynyttä, mutta voimavarat olivat alkaneet mittausjakson loppupuolella nousemaan lähelle leiriä edeltävää tasoa. Toisella urheilijalla oli havaittavissa myös

viivästynyttä palautumista ja kenties jos mittausjaksoa olisi jatkettu olisi nähty myös palautumisen nousua. Yhden urheilijan tiedoista ei tätä dataa voitu teknisen vian vuoksi arvioida luotettavasti.

Pääosin urheilijat tunnistivat harjoittelujaksojen kontrastin kuormittuneisuudessa. Subjekttiivinen käsitys kuormittuneisuudesta korreloi kaikilla urheilijoilla positiivisesti laskennallisten TRIMP-arvojen kanssa. Kuitenkin päiväkohtaisen kuormittuneisuuden arvioinnissa esiintyi jonkin verran eroja urheilijoiden välillä. Kahdella kolmesta (joilta dataa voitiin analysoida) oli havaittavissa kohtuullisesti positiivista korrelaatiota subjektiivisen ja objektiivisen arvion välillä. Kolmannella kuormittuminen oli lähes tasaisen korkealla koko mittausjakson ajan, vaikka hän itse koki kuormittuneisuuden laskevan leirin jälkeen.

Kahdella neljästä mittaukseen osallistuneesta urheilijasta kuormittuneisuutta oli palautumiseen suhteessa liikaa. Heidän hyvinvointipisteitensä nosti kova harjoittelu, mutta pelkästään sykevälivaihteluun perustuvia arvoja tarkastellessa oli palautuminen suhteessa kuormittumiseen todella vähäistä. Heikko palautuminen suhteessa kuormittumiseen on ilmiö, johon tulisi kiinnittää huomiota jatkossa. Etenkin kun mittaukseen osallistuneet urheilijat ovat kaikki tavoitteellisia huippuvaiheen urheilijoita. Heikko palautuminen tunnetusti muun muassa heikentää suorituskykyä ja lisää loukkaantumisriskiä (Saw ym. 2016; Cadegiani & Kater 2019).

Mittauksissa käytetyt mittarit toimivat pääosin hyvin, mutta valitettavasti yhdellä osallistujista mittarissa oli mittaustulosten perusteella havaittavissa teknistä vikaa koko mittausjakson ajalta. Urheilijat pääosin päivittivät aktiivisesti itsearviointia ja kirjasivat Firstbeat-päiväkirjaan päivän aikaisista tapahtumista merkintöjä. Kuitenkin, kun kahden viikon eli 14 vuorokauden ajalta jää yksikin subjektiivinen arvio tekemättä, vaikuttaa tämä kokonaisarvion luotettavuuteen ja lopputulokseen. Inhimillinen unohtaminen on hankalaa poissulkea, mutta entistä aktiivisemmalla muistuttamisella olisi näiltä voitu osittain kenties välttyä paremmin (esimerkiksi jaettu kalenterimerkintä, josta tulisi aina ilmoitus puhelimeen).

Toimeksiantajalle eli Keihäsolympiadille annetaan yksilölliset analyysit kunkin urheilijan kuormittuneisuudesta leiriä ennen, leirin aikana ja leirin jälkeen. Lisäksi hänelle toimitetaan arvio urheilijan subjektiivisesta arviosta suhteessa Firstbeat-mittarin antamaan tietoon. Toimeksiantaja saa datan hyödynnettäväksi urheilijoiden ja leiritysten seurantaan. Tulosten perusteella toimeksiantaja voi arvioida kyseisen seurantamenetelmän tarpeellisuuden harjoittelun ja leirien suunnittelussa ja seurannassa.

9 POHDINTA JA ARVIOINTI

9.1 Ammatillinen itsearviointi opinnäytetyöprosessista

Opinnäytetyön toimeksiannon hankki toinen opiskelijoista, joka myös aloitti prosessia yksin. Hän aloitti viitekehysten keräämisen sekä koko opinnäytetyön ja tutkimuksen suunnittelun. Opinnäytetyön laajan aiheen vuoksi mukaan tuli toinen opiskelija, jonka kanssa prosessia jatkettiin yhdessä. Tässä kohtaa mietittiin tarkemmin yksityiskohdat aineiston keruuseen ja analysointiin. Prosessin alussa edettiin nopeassa aikataulussa ja opinnäytetyön suunnitelman teko oli hektistä. Covid19 tilanne alkoi pahenemaan uudelleen kesän 2020 jälkeen, jonka takia aineiston keruuta pyrittiin nopeuttamaan. Aineisto saatiin kerättyä marraskuussa 2020 järjestetyn Keihäsolympiadin leirin yhteydessä.

Opinnäytetyön viitekehys jaettiin painottuen enemmän prosessia aloittaneelle opiskelijalle. Tämän opiskelijan vastuulla oli myös tutkimukseen osallistuvien henkilöiden opastus ja aineiston kerääminen. Toinen opiskelijoista huolehti pienemmästä osasta viitekehystä ja otti vastuun aineiston analysoinnista sokkoutettuna ja tulosten kirjaamisesta. Loput osiot opinnäytetyöstä tehtiin yhdessä etäyhteyden välityksellä. Työnjako oli loppupeleissä hyvä, mutta eriaikaisen etenemisen takia tuli ajoittaisia epäselvyyksiä aikataulusta. Tähän olisi auttanut etukäteen sovitut päivämäärät, jolloin sovitut asiat olisivat olleet valmiita samoihin aikoihin ja näin opinnäytetyö olisi edennyt samassa tahdissa molempien opiskelijoiden osalta. Opinnäytetyön etenemiseen vaikutti ajoittain myös muiden opintojen muutokset Covid19 tilanteen takia.

Koko opinnäytetyöprosessin ajan toimeksiantajaan oltiin tiiviisti yhteydessä etäyhteyksien avulla. Jälkikäteen ajateltuna opiskelijoiden olisi pitänyt olla enemmän yhteydessä ohjaavaan opettajaan, jolloin etenemisen vaiheisiin olisi tullut lisää varmuutta ja selkeyttä. Opiskelijaparin välillä tiedonvaihto oli ajoittain hieman katkonaista ja toteutettiin yleisimmin viestien muodossa. Tässä opinnäytetyön tekijät toimisivat jälkikäteen toisin sopimalla tapaamisia tietyin säännöllisin väliajoin.

Tässä opinnäytetyössä opiskelijat toteuttivat ensimmäistä kertaa Firstbeat-mittauksia asiakkaille. Ennestään mittaus oli tuttu osallistujan roolista, mutta mittauksen teettäminen vaati huomattavan määrän informaation keruuta, jotta pystyttiin varmentamaan laitteiden käytettävyyden nimenomaan keihäänheiton kuormittuneisuuden seurannassa. Riittävällä tiedolla pyrittiin myös varmistamaan mittauksen mahdollisimman hyvä

luotettavuus. Mittaukset onnistuivat hyvin yhtä (mahdollisesti kahta) lukuun ottamatta. Tässä yhdessä mittauksessa mittari havaittiin rikkinäiseksi mittauksen päätyttyä, joten näitä tuloksia emme pystyneet täysin hyödyntämään. Kaikkien mittareiden toimivuus oli testattu Turun ammattikorkeakoulun liikuntalaboratorion toimesta. Osallistujille oli varattu elektrodeja tarpeeksi ja ohjeistus oli perusteellinen. Mittausdataa analysoidessa pohdittiin hyvinvointianalyysin antamien tulosten algoritmiä. Firstbeatin tuki ei toki tätä kertonut, mutta varmistivat viestitse tulosten perustuvan nimenomaan sykevälivaihteluun.

Suunnitteluvaiheessa käsiteltiin ja tarkasteltiin useita eri muuttujia, joita olisi voitu aineistosta analysoida. Lopuksi päädyttiin hyvinvointianalyysin antamaan stressin ja palautuneisuuden tasapainon arvoon sekä TRIMP-arvoon, joka laskettiin hyvinvointianalyysin harjoitusraporttien muuttujista. Muuttujia valitessa harkittiin myös EPOC-arvon käyttöä, jonka olisi saanut suoraan Firstbeatin antamasta harjoitusraportista. Tässä opinnäytetyössä päädyttiin teoriatiedon perusteella kuitenkin lopputulokseen, ettei Firstbeatin analyyseistä saatua EPOC-arviota käytettäisi. Teoreettista viitekehystä työstäessä löydettiin EPOC-arvon käytöstä lähinnä tutkimuksia, jotka koskivat aerobista kestävyysharjoittelua. Voimaharjoittelun vaikutuksesta EPOC-arvoon on vielä melko suppeasti tietoa ja tutkimukset, jotka ovat ilmiötä käsitelleet ovat tehty laboratoriossa hengityskaasumittarilla (Borsheim & Bahr. 2003). Firstbeatin EPOC-arvio perustuu nimenomaan arvioon VO₂-maximista, eikä Firstbeat ole julkaissut algoritmiaan EPOC-arvoon. (Firstbeat 2020.)

Valituista muuttujista laadittiin lukijaystävälliset kuviot, joista tuloksia on helppo tulkita. Kaikkiaan opinnäytetyöprosessi oli opettavainen ja molemmat opiskelijat kokivat onnistuneensa prosessissa. Prosessi haastoi ajoittain, mutta kaikista haasteista opittiin ja jatkossa näissä tilanteissa osataan toimia varmemmin.

9.2 Opinnäytetyön käytettävyys fysioterapiassa ja urheiluvalmennuksessa

Opinnäytetyö tarjoaa erityisesti urheiluvalmennuksen ja -fysioterapian saralla toimiville asiantuntijoille tietoa urheilijan kokonaisvaltaisesta kuormittumisesta sekä palautumisesta niin leirin aikana kuin myös ennen ja jälkeen leirin. Keihäänheitosta ei ole opinnäytetyön tekijöiden tietämyksen mukaan tehty vastaavanlaista tutkimusta. Tutkimuksia on tehty lähinnä yksittäisten kehonosien kuormittuneisuudesta (muun muassa Schmitt ym. 2001) sekä keihäänheiton biomekaniikasta (muun muassa Krzyszkowski & Kipp 2021).

Tämän opinnäytetyön tuotoksena pystytään tarjoamaan urheilijoiden parissa työskenteleville asiantuntijoille tietoa siitä, kuinka kuormittavaa nopeusvoimalajien, erityisesti keihäänheiton harjoittelu on yhdistettynä arki- ja leirielämään. Tutkimustuloksia ei voi yleistää pienen otoskoon takia, mutta sitä voi soveltaa urheilijoiden parissa työskennellessä tilanteen mukaan. Opinnäytetyön viitekehyksen ja tutkimuksen tulosten perusteella asiantuntijat voivat tarjota urheilijoille tietoa kuormitusta lisäävistä ja palautumista edistävästä tekijöistä.

Opinnäytetyössä tiivistettyä tietoa voidaan hyödyntää harjoittelun suunnittelussa sekä parempana urheilun ulkopuolisen kuormittavuuden huomioimisena. Mikäli urheilija esimerkiksi ajautuu ylikuormitustilaan, loukkaantuu tai suorituskyvyn kasvu hidastuu, on tämän opinnäytetyön lukijalla kokonaisvaltaisempi käsitys siitä, mitkä tekijät ovat voineet johtaa kyseiseen tilanteeseen. Kartoittamalla yksilön elämässä olevat kuormitustekijät voi harjoittelun kuormituksen tuoman suorituskyvyn kasvun optimoida. Jos urheilijalla on esimerkiksi tietyllä ajanjaksolla hektisempää elämää urheilun ulkopuolella, niin tulisiko tällöin harjoitusmäärää tai -intensiteettiä pudottaa, jotta urheilija ei ajaudu ylikuormitustilaan tai loukkaannu? Urheilijoiden parissa toimivien asiantuntijoiden tulee arvioida, milloin harjoitusten kuormittavuus kääntyy suorituskykyä heikentäväksi tekijäksi.

Tässä opinnäytetyön mittauksen toteutuksessa urheilijoiden täyttämän päiväkirjan mukaan koulu-, työ- ja muut arjenvelvoitteet vähenivät leirin aikana. Leiriä suunnitellessa voidaan ottaa huomioon harjoitusten ulkopuolisten kuormitustekijöiden väheneminen leirin aikana. Edellä mainittu ei kuitenkaan välttämättä pidä paikkaansa jokaisen urheilijan kohdalla, joten urheilijoiden kanssa kommunikointi aiheesta antaa tukea harjoitusten sojivalle määrän ja intensiteetin suunnittelulle leirin ajaksi. Leirin sisältöä suunnitellessa tulee ottaa huomioon myös urheilijoiden kuormitus ennen ja jälkeen leirin, mikäli mahdollista. Leiriä edeltävä ja leirin jälkeinen harjoittelu vaikuttaa siihen, kuinka kauan superkompensaatioon menee leirin jälkeen ja onko se ylipäättään mahdollinen. Superkompensaatio voi estyä tai siihen voi mennä kohtuuttoman kauan, mikäli kokonaiskuormitus on liian suuri.

9.3 Aikaisempien tutkimusten tuloksia ja aiheen tutkiminen jatkossa

Kuten jo mainittu opinnäytetyön tekohetkellä ei opiskelijoiden tiedossa ollut vastaavaanlaista tutkimusta keihäänheittäjien kuormittumisen ja palautumisen tasapainosta. Aikaisemmat tutkimukset osoittavat sykevälivaihtelun luotettavaksi seurantamenetelmäksi

esimerkiksi kestävyysharjoittelussa ja se onkin kestävyysurheilussa laajalti käytetty työväline (Singh ym. 2018; Thamm ym. 2019). Nopeusvoimalajien kuormittavuuden seurantaan sykevälivaihtelusta ei kuitenkaan ole vielä paljon luotettavaa tietoa. (Thamm ym. 2019.) Kenties jos hetkellistä sykevälivaihtelua voitaisiin tarkastella tarkemmin, voitaisiin myös nopeusvoimaharjoittelun vaikutusta autonomiseen hermostoon arvioida paremmin. Firstbeat ei kuitenkaan mahdollistanut tarkkaa hetkellistä sykevälivaihtelun tarkastelua.

Opinnäytetyöstä tuotetun analyysin perusteella ei voida yleistää onko Firstbeat-mittaus luotettava mittari keihäänheiton kuormituksen seurannassa, eikä tämä ollut tarkoituskaan. Tapaustutkimusta aiheesta on jonkin verran, mutta yleinen lopputulos on, että lajikohtaiset suorituskykytestit ovat nopeusvoimalajeissa luotettavimpia palautumisen seurantamenetelmiä (Thamm ym. 2019). Jatko- tai lisätutkimuksilla olisi mielenkiintoista verrata muita objektiivisia mittareita urheilijan subjektiiviseen käsitykseen ja Firstbeatin sykevälivaihteludataa. Käyttämällä rinnakkain muita objektiivisia mittareita voitaisiin kenties Firstbeatin käytön luotettavuutta yleistää.

Tutkimusta tehdessä kävi ilmi, että urheilijat pystyvät täyttämään päiväkirjaa kahden viikon ajan, mutta heitä tarvitsee ajoittain muistuttaa päiväkirjan täyttamisestä. Muistutuksena tutkimuksessamme toimi yhteyshenkilön lähettämät viestit, joita yhteyshenkilö lähetti huomattessaan puuttuvia merkintöjä. Jatkossa paremmin voisi toimia ennalta ajoitettuja muistutuksia, jolloin todennäköisyys puuttuville merkinnöille pienenee ja tutkijalle aiheutunut ylimääräinen työ vähenee.

Kahden viikon ajalta saadaan kohtuullisen paljon aineistoa yhtä urheilijaa kohden, joten tutkimusta suunniteltaessa tulee ottaa huomioon aineiston suuri määrä. Aineiston määrää voi säädellä esimerkiksi toteutetun mittauksen kesto ja otoskoko muuttaen. Myös objektiivisen ja subjektiivisen mittarin valitseminen vaikuttaa saatuun aineistoon ja sen analysoinnin haastavuuteen. Määrällisellä tutkimuksella voidaan vähentää analysointivaiheen työmäärää hieman verrattuna laadulliseen tutkimukseen, mutta jokaisen tutkimuksen kohdalla tulee miettiä menetelmän käytettävyys.

Jälkikäteen voidaan myös pohtia, voitaisiinko keihäänheittäjän tietyn harjoituksen vaikutuksista kokonaiskuormitukseen arvioida tarkemmin. Tätä varten urheilijalta tulisi kysyä harjoituksen kuormittavuuden lisäksi harjoituksen laadusta (esimerkiksi voima-, tekniikka- tai palauttavaharjoitus). Urheilijan laajemmalla haastattelulla voitaisiin muutenkin

saada yksityiskohtaisempaa aineistoa erinäisistä tekijöistä, jotka urheilijan arjessa voivat vaikuttaa kuormittumiseen ja palautumiseen.

9.4 Luotettavuus ja eettisyys

Hyvän ja luotettavan tutkimuksen tavoin opinnäytetyön kaikissa vaiheissa noudatettiin hyvää tieteellistä käytäntöä. Opinnäytetyössä toimittiin eettisesti, osallistujien itsemääräämisoikeutta kunnioittaen antamalla heille mahdollisuus päättää itse osallistuvatko he tutkimukseen. Tutkimukseen osallistuville henkilöille kerrottiin tarkasti mihin ja miten heidän testaamisestaan saatua aineistoa käytetään ja he allekirjoittavat suostumuksen tutkimukseen osallistumisesta ennen mittauksen aloittamista (liite 4). Opinnäytetyössä noudatettiin salassapitovelvollisuutta ja huolehdittiin Turun ammattikorkeakoulun määrittelemistä tietosuojakäytännöistä aineistoa käsitellessä. Aineisto hävitetään, kun opinnäytetyö on julkaistu. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012, 6.)

Firstbeat-mittauksen luotettavuudesta huolehdittiin varmistamalla Firstbeat-laitteiden toimivuus ja akunkesto sekä riittävä ohjeistus laitteen käytöstä koehenkilöille. Mittauksen toteutuksen jälkeen vasta kun data oli purettu laitteelta, ilmeni yhden mittarin viallisuus. Puuttuvaa syketietoa oli niin paljon, ettei kyseisen osallistujan (Case 3) mittausjakson aikaista kokonaiskuormitusta pystytty arvioimaan. Tämä on huomioitu tuloksien tulkinassa ja osallistujalle ilmoitettiin tästä. Saatua data kuitenkin analysoitiin, jotta urheilija sai vastineeksi osallistumisestaan kuitenkin jotain tietoa palautumisestaan.

Opinnäytetyön luotettavuutta pyrittiin parantamaan sokkouttamalla toinen opinnäytetyön tekijöistä. Tämä opiskelija analysoi Firstbeat mittareista saadun tiedon sokkona. Sokkouttaminen tässä tapauksessa tarkoitti, ettei kyseinen opiskelija kohdannut tai kommunikoinut osallistujien kanssa eikä hän käsitellyt tai nähnyt mitään henkilötietoja. Tällä käytännöllä pyrittiin vähentämään analysointiin vaikuttavaa subjektiivisuutta eli mahdollista tuloksiin vaikuttavaa harhaa. (Duodecim 2014 n.d.) Kuitenkin voidaan jälkikäteen arvioida sokkouttamisen onnistumista otoksen ollessa pieni.

LÄHTEET

Akagi, R.; Imaizumi, N.; Sato, S.; Hirata, N.; Tanimoto, H. & Hirata, K. 2020. Active recovery has a positive and acute effect on recovery from fatigue induced by repeated maximal voluntary contractions of the plantar flexors. Viitattu 11.04.2021. <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1050641119304870?to-ken=21845B27C99E061E61928138EE197947719B556FA403D5D6578899073EE5A5960AA64B0AFE396C2A4D54F24300FDD2C7&originRegion=eu-west-1&originCreation=20210411132430>

Ankers, A. 2020. Understanding supercompensation to avoid overtraining. Viitattu 11.04.2021. <https://www.runtastic.com/blog/en/supercompensation/>

Aubry, A.; Hausswirth, C.; Louis, J.; Coutts, A. & Meur, Y. 2014. Functional overreaching: the key to peak performance during the taper? Viitattu 12.01. 2021. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25134000/>

Barnett, A. 2006. Using recovery modalities between training sessions in elite athletes: does it help? Viitattu 08.03.2021. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16937953/>

Bartonietz, K. 2000. Javelin throwing: An approach to performance development. Oxford: Blackwell Science Ltd.

Borsheim, E. & Bahr, R. 2003. Effect of exercise intensity, duration and mode on post-exercise oxygen consumption. Viitattu 30.04.2021 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14599232/>

Bubnis, D. 2019. Muscular hypertrophy and your workout. Viitattu 14.04.2021. <https://www.healthline.com/health/muscular-hypertrophy>

Cadegiani, F. & Kater, C. 2019. Novel causes and consequences of overtraining syndrome: the EROS-DISRUPTORS study. Viitattu 30.04.2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6751688/>

Carskadon, M. & Dement, W. 2001. Normal human sleep: an overview. Viitattu 11.01.2021. <http://apsychoserver.psych.arizona.edu/jjbareprints/psyc501a/readings/Carskadon%20Dement%202011.pdf>

Cermark, NM.; Res, P.; Groot, L.; Saris, W. & Loon, L. 2012. Protein supplementation augments the adaptive response of skeletal muscle to resistance-type exercise training: a meta-analysis. Viitattu 02.03.2021. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23134885/>

Close, G.; Sale, C.; Baar, K. & Bermon, S. 2019. Nutrition for prevention and treatment of injuries in track and field athletes. Viitattu 03.02.2021. <https://journals.humankinetics.com/view/journals/ijsnem/29/2/article-p189.xml?content=pdf>

Cormie, P.; McGuigan, M. & Newton, R. 2011. Developing maximal neuromuscular power: part 2 – training considerations for improving maximal power production. Viitattu 17.04.2021. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21244105/>

Dattilo, M.; Antunes, HK. & Medeiros, A. 2011. Sleep and muscle recovery: endocrinological and molecular basis for a new and promising hypothesis. Viitattu 11.01.2021. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21550729/>

Davidson, A. 2021. Real-time TRIMP/min: How to use the Firstbeat live app feature in training. Viitattu 02.02.2021 <https://www.firstbeat.com/en/blog/real-time-trimp-min/#:~:text=TRIMP%20stands%20for%20Training%20Impulse,represented%20by%20a%20single%20number>

Dijk, D. 2010. Slow-wave sleep deficiency and enhancement: implications for insomnia and its management. Viitattu 11.01.2021. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20509829/>

Dohme, L-C.; Gordon, A.; Piggot, D. & Backhouse, S. 2019. Development, implementation, and evaluation of an athlete informed mental skills training program for elite youth tennis player. Viitattu 20.04.2021. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10413200.2019.1573204>

Duodecim. 2016. Homeostaasi. Viitattu 17.04.2021. <https://www.terveyskirjasto.fi/ltt01170>

Duodecim. 2014. Satunnaistetun kontrolloidun tutkimuksen periaatteita ja sudenkuoppia. Viitattu 06.04.2021. <https://www.duodecimlehti.fi/duo11759>

Elbadry, N.; Hamza, A.; Pietraszewski, P.; Alexe, D. & Lupu, G. 2019. Effect of the french contrast method on explosive strength and kinematic parameters of the triple jump among female college athletes. Viitattu 01.05.2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6815088/>

Finni, J. & Tarvonen, S. N.D. Urheilullinen elämänrytmi. Viitattu 24.01.2021. <https://www.kasvaurheilijaksi.fi/el%C3%A4m%C3%A4nrytmitesti/esitely/urheilullinen-el%C3%A4m%C3%A4nrytmi>

Firstbeat. 2021a. Company. Viitattu 15.03.2021. <https://www.firstbeat.com/en/company/>

Firstbeat. 2021b. Understanding the athlete training load. Viitattu 20.03.2021 https://content.firstbeat.com/hubfs/Firstbeat_Understanding_the_Athlete_Training_Load.pdf?t=1537531646939

Firstbeat. 2021c. Story. Viitattu 18.03.2021. <https://www.firstbeat.com/en/company/story/>

Firstbeat. 2021d. Bodyguard 2. Viitattu 20.03.2021. <https://shop.firstbeat.com/product/bodyguard-2/>

Firstbeat. 2020. EPOC & harjoitusvaikutus. Viitattu 07.04.2021. <https://www.firstbeat.com/fi/fysiologia/epoc-harjoitusvaikutus/>

Foster, C.; Rodriguez-Marroyo, J. & Koning, J. 2017. Monitoring training loads: the past, the present and the future. Viitattu 13.04.2021. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28253038/>

Camacho-Castaño, M.; Faundez-Zanuy, M.; Sierra-Payá, N.; Maté-Muñoz, J.; López-Xarbau, J. & Vila-Blanch, M. 2021. Reliability and validity of the polar V800 sports watch for estimating vertical jump height. Viitattu 17.03.2021. <https://www.jssm.org/jssm-20-149.xml%3EFulltext>

Gambetta, V. N.D. Defining supercompensation training. Viitattu 30.04.2021. <https://us.humankinetics.com/blogs/excerpt/defining-supercompensation-training>

Gibbons, C. 2019. Basics of autonomic nervous system function. Viitattu 03.05.2021. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31277865/>

Gleeson, M. 2015. Immunological aspects of sport nutrition. Viitattu 03.02.2021. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26634839/>

Halson, S. 2014. Monitoring training load to understand fatigue in athletes. Viitattu 29.04.2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4213373/>

Halson, S. 2014b. Sleep in elite athletes and nutritional interventions to enhance sleep. Viitattu 11.01.2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4008810/>

Hamlin, M.J; Wilkes, D.; Elliot, C.A.; Lizamore C.A. & Kathiravel Y. 2019. Monitoring training loads and perceived stress in young elite university athletes. Viitattu 30.4.2021 <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2019.00034/full>

Hauer, R.; Tessitore, A.; Knaus, R. & Tschan, H. 2020. Lacrosse athletes load and recovery monitoring: Comparison between objective and subjective methods. Viitattu 30.04.2021 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7246625/>

Hauswirth, C. & Mujika, I. 2013. Recovery for performance in sport. Human Kinetics: Champaign.

Hoffman, T. N.D. What is heart rate variability (HRV) & why does it matter? Viitattu 08.04.2021. <https://www.firstbeat.com/en/blog/what-is-heart-rate-variability-hrv/>

Hosker, D.; Elkins, M. & Potter, M. 2019. Promoting mental health and wellness in youth through physical activity, nutrition and sleep. Viitattu 03.02.2021. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30832951/>

Hulmi, J. 2014. Lihaskuus – No pain no gain voimaharjoittelussa? Viitattu 07.04.2021. <https://lihasohtori.wordpress.com/2014/05/27/lihasarkuus-no-pain-no-gain-voimaharjoittelussa/>

Hytönen, O. 2015. Psyykkiset tekijät voivat altistaa urheiluvammoille. Viitattu 18.02.2021. <https://www.kestavyysurheilu.fi/plus/psyykkiset-tekijat-voivat-altistaa-urheiluvammoille>

Hägglund, M.; Waldén, M. & Ekstrand, J. 2006. Previous injury as a risk factor for injury in elite football: a prospective study over two consecutive seasons. Viitattu 17.02.2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2564391/#idm140342246235760title>

Härmä, M. & Sallinen, M. 2004, Hyvä uni - hyvä työ. Työterveyslaitos. Vammala: Vammalan kirjapaino oy.

JYU. 2015. Tutkimusstrategiat. Jyväskylän yliopisto: Koppa. Viitattu 18.04.2021. <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/tapaustutkimus?searchterm=tapaustutkimus>

Kaski, S.; Arvinen-Barrow, M.; Kinnunen, U. & Parkkari, J. Liikuntatieteellinen seura. 2020. Miten huippu-urheilijan mieli voi? Turenki: Hansaprint.

Kent, M. 2006. The Oxford dictionary of Sports Science and medicine. Trimp Method. Viitattu 03.04.2021.

<https://www.oxfordreference.com/view/10.1093/oi/authority.20110803105725580>

Kettunen, T. 2015. Uni, fyysinen harjoittelu ja hormonitoiminta. Viitattu 02.02.2021. <https://lihastohtori.wordpress.com/2015/05/26/uni-kettunen/>

Kim, H.; Lee, Y.; Shin, I.; Kim, K. & Moon, J. 2014. Effects of 8 weeks' specific physical training on the rotator cuff muscle strength and technique of javelin throwers. Viitattu 30.04.2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4210396/>

Komulainen, T. & Koskela, J. 2012. Urheiluvammoista toipuminen. Viitattu 18.02.2021. https://terveurheilija.fi/wp-content/uploads/2019/10/KomulainenKoskela_Urheiluvammoista_toipuminen.pdf

Krzyszowski, J. & Kipp, K. 2021. Prediction of throwing distance in the men's and women's javelin final at the 2017 IAAF world championships. Viitattu 05.05.2021. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33427564/>

Li, R.; Kling, S.; Salata, M.; Cupp, S.; Sheehan, J. & Voos, J. 2016. Wearable performance devices in sports medicine. Viitattu 01.04.2021. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26733594/>

Logue, D.; Madigan, S.; Melin, A.; Delahunt, E.; Heinen, M.; Donell, S-J. & Corish, C. 2020. Low energy availability in athletes 2020: an updated narrative review of prevalence, risk, within-day energy balance, knowledge, and impact on sports performance. Viitattu 03.02.2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7146210/>

Maffetone, P. 2019. The overtraining syndrome. Viitattu 11.04.2021. <https://philmaf-fetone.com/the-overtraining-syndrome/>

Mero, A.; Nummela, A.; Kalaja, S. & Häkkinen, K. 2016. Huippu-urheiluvalmennus – Teoria ja käytäntö päivittäisvalmennuksessa. Lahti: VK-Kustannus Oy.

Michael Lustgarten 2020. Resting heart rate and heart rate variability. Viitattu 13.02.2021. <https://www.youtube.com/watch?v=XskTAUb6-ac>

Miller, R.; Freitas, E.; Heishman, A.; Kaur, J.; Koziol, K.; Galletti, B. & Bembien, M. 2018. Maximal power production as a function of sex and training status. Viitattu 28.04.2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6413571/>

Nuutila, O.; Nummela, A.; Häkkinen, K.; Seipäjärvi, S. & Kyröläinen, H. 2021. Monitoring training and recovery during a period of increased intensity or volume in recreational endurance athletes. Viitattu 30.04.2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7967764/>

Partonen, T. 2017. Mitä nukahtamisen jälkeen tapahtuu? Viitattu 12.02.2021. <https://www.terveyskirjasto.fi/lis00204>

Peart, D.; Balsalobre-Fernández, C. & Shaw, M. 2019. Use of mobile applications to collect data in sport, health, and exercise science: a narrative review. Viitattu 12.03.2021. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29176384/>

Petersen, A. & Fyfe, J. 2021. Post-exercise cold water immersion effects on physiological adaptations to resistance training and the underlying mechanisms in skeletal muscle: a narrative review. Viitattu 01.05.2021. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33898988/>

Plews, D.; Laursen, P.; Kilding, A. & Buccheit, A. 2012. Heart rate variability in elite triathletes, is variation in variability the key to effective training? A case comparison. Viitattu 26.02.2021. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22367011/>

Polar. 2020a. What are heart rate zones? Viitattu 28.04.2021. <https://www.polar.com/blog/running-heart-rate-zones-basics/>

Polar. 2020b. heart rate variability and orthostatic test. Viitattu 20.03.2021. <https://www.polar.com/blog/heart-rate-variability-and-orthostatic-test-lets-talk-polar/>

Puuska, M. & Kattilakoski, O. 2020. Mielenterveys. Viitattu 24.01.2021. <https://terveurheilija.fi/terveydenhuolto/mielenterveys/>

Quinn, E. 2019. An overview of nutrition for athletes. Viitattu 12.04.2021. <https://www.verywellfit.com/sports-nutrition-4157011>

R5 athletics and health, Matias Sarvela, Salavat Yualevin (KHL) fysiikkavalmentaja #82. 2021. Spotify.

Ralf, J.; Kerksick, C.; Campbell, B.; Cribb, P.; Wells, S.; Skwiat, T.; Purpura, M.; Ziegenfuss, T.; Ferrando, A.; Arent, S.; Smith-Ryan, A.; Stout, J.; Arciero, P.; Ormsbee, M.; Taylor, L.; Wilborn, C.; Kalman, D.; Kreider, R.; Willoughby, D.; Hoffman, J.; Krzykowski, J. & Antonio, J. 2017. International society of sports nutrition position stand: protein and exercise. Viitattu 03.02.2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5477153/>

Raninen, H-K. 2020. Urheilijan psyykinen hyvinvointi. Viitattu 11.04.2021. <https://www.syomishairiokeskus.fi/uusi/oeu2020/urheilijan-psyykinen-hyvinvointi/>

Rey, E.; Lago-Peñas, C.; Casáis, L. & Lago-Ballesteros, J. 2012. The effect of immediate post-training active and passive recovery interventions on anaerobic performance and lower limb flexibility in professional soccer players. Viitattu 07.02.2021. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23486836/>

Rieger, T.; Naclerio, F.; Jiménez, A. & Moody, J. 2016. Liikuntafysiologian perusteet. EU: Fitra Oy.

Rytkönen, T. 2018. Voimaharjoittelun käsikirja. EU: Fitra Oy.

Röhler, T. 2020. Javelin technique – The block. Viitattu 14.04.2021. <https://www.thomas-roehler.de/en/speerwurftechnik-im-detail-der-block/>

Röhler, T. 2018. How to throw the javelin – The run up. Viitattu 14.04.2021. <https://www.thomas-roehler.de/en/category/javelin-throw/>

Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. 2006. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto. Viitattu 19.4.2021 <https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/>

Sandström, M. & Ahonen, J. 2011. Liikkuva ihminen. Lahti : VK-Kustannus Oy.

Saw, A. E.; Main, L. C. & Gustin, P. B. 2016. Monitoring the athlete training response: subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: a systematic review. Viitattu 10.03.2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4789708/>

Schilz, M. & Leach, L. 2020. Knowledge and perception of athletes on sport massage therapy (SMT). Viitattu 12.04.2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7043719/>

Schneider, C.; Wiewelhove, T.; Raeder, C.; Flatt, A. A.; Hoos, O.; Hottenrott, L.; Schumbera, O.; Kellmann, M.; Meyer, T.; Pfeiffer, M. & Ferrauti, A. 2019. Heart rate variability during strength and high-intensity interval training overload microcycles. Viitattu 24.4.2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6538885/>

Schmitt, H.; Hansmann, H.J.; Brocai , D.R. & Loew, M. 2001. Long term changes of the throwing arm of former elite javelin throwers. Viitattu 05.05.2021. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11414670/>

Singh, N.; Moneghetti, KJ.; Christle, JW.; Hadley, D.; Plews, D. & Froelicher, V. 2018. Heart rate variability: En old metric with new meaning in the era of using mHealth technologies for health and exercise training guidance. Part One: physiology and methods. Viitattu 02.03.2021 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6141929/>

Stagno, K.; Thatcher, R. & Van Someren, K. A. 2007. modified TRIMP to quantify the in-season training load of team sport players. Journal of Sports Sciences. Pdf 4/2007. Viitattu 13.04.2021. https://www.researchgate.net/publication/6373692_A_modified_TRIMP_to_quantify_the_in-season_training_load_of_team_sport_players/link/0fcfd50b01d8a9a5d4000000/download

Stellingwerff, T. & Cox, G. 2014. Systematic review: Carbohydrate supplementation on exercise performance or capacity of varying durations. Viitattu 03.02.2021. <https://pub-med.ncbi.nlm.nih.gov/24951297/>

Stenberg, T. 2019. Elimistön fysiologiaa unen aikana. Viitattu 02.02.2021. <https://www.duodecimlehti.fi/duo14897>

Suchomel, T.; Taber, C.; Sole, C. & Stone, M. 2018. Force-time differences between ballistic and non-ballistic half-squats. Viitattu 01.05.2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6162472/>

Suomen Mielenterveys ry. N.D.. Urheilija tunteiden pelikentällä. Viitattu 20.03.2021 <https://mieli.fi/fi/kehitt%C3%A4mistoiminta/lapset-ja-nuoret/liikunta-ja-valmennus/urheilija-tunteiden-pelikent%C3%A4ll%C3%A4>

Sydänsairaala. 2017. Urheilun aiheuttamat fysiologiset muutokset. Viitattu 2.2.2021. <https://www.sydansairaala.fi/tietoa/urheilun-aiheuttamat-fysiologiset-muutokset/>

Thamm, A.; Freitag, N.; Figueiredo, P.; Doma, K.; Rottensteiner, C.; Bloch, W. & Schumann, M. 2019. Can heart rate variability determine recovery following distinct strength loadings? A randomized cross-over trial. Viitattu 02.03.2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6888606/>

Thiel, C.; Vogt, L.; Bürklein, M.; Rosenhagen, A.; Hübscher, M. & Banzer, W. 2011. Functional overreaching during preparation training of elite tennis professionals. Viitattu 25.03.2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3592096/>

THL. 2021. Sanasto. Viitattu 18.03.2021. <https://thl.fi/fi/web/toimintakyky/icf-luokitus/sanasto>

Tidow, G. 1996. model technique analysis sheets—part x: the javelin throw. new studies in athletics.

Tieteen termipankki. 2021. Makroravinteet. Viitattu 02.05.2021. <https://tieteentermi-pankki.fi/wiki/Biologia:p%C3%A4%C3%A4ravinteet>

Tøien, T.; Pedersen Haglo, H.; Unhjem, R.; Hoff, J. & Wang, E. 2018. Maximal strength training: the impact of eccentric overload. Viitattu 28.04.2021. <https://pub-med.ncbi.nlm.nih.gov/30332319/#affiliation-1>

TREK. 1RM testing. Viitattu 07.04.2021. <https://exercise.trekeeducation.org/assessment/muscle-strength-assessment/1rm-testing/>

Travis, S.; Mujika, I.; Gentles, J.; Stone, M. & Bazyler, C. 2020. Tapering and peaking maximal strength for powerlifting performance: a review. Viitattu 01.05.2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7552788/>

Tuomilehto, H. & Vornanen, J. 2019. Nukkumalla menestykseen. Helsinki: Tammi Oy.

Tuominen, S. 2020a. Vagusherma - Salainen aseesi stressiä vastaan. Viitattu 07.04.2021. <https://www.firstbeat.com/fi/blogi/vagusherma-salainen-aseesi-stressia-vastaan/>

Tuominen, S. 2020b. Mitä palautuminen tarkoittaa? Viitattu 23.03.2021. <https://www.firstbeat.com/fi/blogi/mita-palautuminen-tarκοittaa/>

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2013. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. viitattu 10.04.2021. https://tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf

UKK-instituutti. Energiaravintoaineet. Viitattu 03.02.2021. <https://terveurheilija.fi/urheilijan-ravitsemus/ravintoaineet/>

Utriainen, E. 1987. Keihäänheitto. Viitasaari: Wiita-offset Oy.

Uusitalo, A. 2015. Urheilijan ylikuormitustila. Viitattu 02.02.2021. <https://www.duodecim-lehti.fi/duo12901>

Valleala, R. 2002. Keihäänheittosuorituksen biomekaaniset muuttujat ja niiden yksilöllisyys kahden ero heittäjän suorituksissa. Pro gradu -tutkielma. Liikuntabiologian laitos. Biomekaniikka. Jyväskylä : Jyväskylän yliopisto. Viitattu 02.01.2021. <https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/13575/rivallea.pdf?sequence=1&isAllo-wed=y>

Vitale, K. & Getzin, A. 2019. Nutrition and supplement update for the endurance athlete: Review and recommendations. Viitattu 03.02.2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6628334/>

Väyrynen, P. & Saarikoski, R. Liikehallinnan harjoittaminen. Viitattu 07.04.2021. <https://www.terveyskirjasto.fi/tju00210>

Walker, B. 2014. Urheiluvammat - ennaltaehkäisy, hoito, kuntoutus ja kinesioiteipaus. Lahti: VK-Kustannus Oy.

Wang, Y-C. & Zhang, N. 2016. Effects of plyometric training on soccer players. Viitattu 01.05.2021. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27446242/>

Williams, J.M. & Andersen, M. 2007. Psychosocial antecedents of sport injury and interventions for risk reduction. Viitattu 06.02.2021. <https://psycnet.apa.org/record/2007-01666-025>

Witt, D.; Kellog, R.; Synder, M. & Dunn, J. 2019. Windows into human health through wearables data analytics. Viitattu 20.03.2021. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31832566/>

Zatsiorsky, V. & Kraemer, W. 1995. Science and practice of strength training. PAINOS 2. USA : Human Kinetics.

LIITTEET

OHJEISTUS TUTKIMUKSEEN OSALLISTUVALLE

Hei! Olemme koonneet Sinulle alla olevat ohjeet tutkimuksen suorittamiseksi. Mikäli kysyttävää herää, ole yhteydessä meihin. 😊

Janette Kaukonen 0440402414

Tai

Lotta Penttinen 0404849781

Käytä tutkimuksen aikana nimesi tilalla case ___ merkintää! Näin varmistamme, että aineistot ovat anonyymejä eikä Sinua voida tunnistaa niistä :)

Mitä tulee tehdä tutkimuksen aikana?

1. Pidät Firstbeat mittauslaitetta, jonka lataat täyteen, kun merkkivalo ilmoittaa akun olevan lopussa (vihreä ja keltainen valo vilkkuvat sykkeen tahdissa).
2. Osallistut Keihäsolympiadin leirille 19.-22.11.
3. Harjoittelet harjoitussuunnitelmasi mukaan ja elät normaalia arkea.
4. Täytät Firstbeatin päiväkirjaa aktiivisesti ja merkitset kokemasi rasituksen tason päivän päätteeksi sekä harjoitusten jälkeen. Mittausta aloittaessa vastaat alkukyselyyn.
5. Mittauksen valmistuttua (29.11 illalla) poistat Firstbeat mittauslaitteen ja palautat sen tutkimuksen tekijöille eli meille. 😊
6. Yhteensä mittaus kestää kaksi viikkoa (16.-29.11).

Kuinka Firstbeat mittauslaitetta käytetään?

Kun olet saanut kiinnitettyä mittarin, Sinun ei tarvitse tehdä muuta kuin elää normaalia arkeasi. 😊

Mittalaitteen ja elektrodien kiinnittäminen

1. Kiinnitä elektrodit mittalaitteen molempiin päihin.
2. Poista suojakalvo elektrodista.
3. Kiinnitä ensin mittauslaitteen suuremmassa päässä oleva elektrodi oikean solisluun alle.
4. Kiinnitä mittauslaitteen toisen pään elektrodi vasempaan kylkikaareen.
5. Varmista, että elektrodit ovat kunnolla kiinni.

Sinun ei tarvitse poistaa elektrodeja suihkussa käydessä, mutta mikäli elektrodit irtoavat tai eivät pysy enää hyvin kiinni, niin vaihda ne uusiin. Ihoärsytyksen minimoimiseksi vaihtelee elektrodien paikkaa hieman niitä vaihtaessasi.

Liite 1. Ohjeistus tutkimukseen osallistuvalla osa1.

Päiväkirjan täyttäminen

1. Avaa päiväkirjan linkki sähköpostistasi.
2. Lataa päiväkirja puhelimesi aloitussivulle.
3. Vastaa alkukyselyyn.
4. Merkitse mittauksen aikaiset tapahtumat henkilökohtaiseen päiväkirjaasi mahdollisimman tarkasti ja arvioi tapahtuman (päivä kokonaisuudessaan ja harjoitukset) kuormittavuus asteikolla 1-5 (1= ei lainkaan kuormittava, 5= erittäin kuormittava).
5. Mittauksen loputtua vastaa vielä loppukyselyyn.

Merkkivalot

Mittauksen aikana:

	Mittalaitte mittaa ja tallentaa sykettä normaalisti.
	Mittalaitte etsii sykesignaalia. Jos mittalaitte ei ala vilkkumaan 10 minuutin kuluessa, sykesignaalia ei ole löytynyt. Kokeile tsars löytyviä ohjeita. Jos ohjeet eivät auta, voi mittalaitte olla vikatilassa. Kokeile vielä laitteen lataamista tsars löytyvien ohjeiden mukaisesti.
	Mittalaitteen akku on vähissä, mutta mittaa ja tallentaa vielä sykettä. Kokeile tsars löytyviä ohjeita.
	Mittalaitteen akku on loppunut tai muisti täytynyt, eikä se enää mittaa. Irrota mittalaitte ja lataa sen akku (ja/tai tyhjennä sen muisti).
	Mittalaitte on vikatilassa, eikä pysty tallentamaan. Lopeta mittaaminen. Vikatila voi nollautua, kun antaa mittalaitteen kulu kokonaan loppuun, jolloin kaikki valot sammuvat. Lataa tsars mittalaitteen akku uudelleen. Jos vikatila ei poistu, tee mittalaitteesta huoltoilmoitus tsars .

Laitteen ollessa kiinni USB-portissa:

	Mittalaitteen akku latautuu normaalisti.
	Mittalaitteen akku on latautunut täyteen. Voit irrottaa laitteen USB-portista ja aloittaa mittauksen.
	Tietokone on löytänyt mittalaitteen ja se on kommunikointilasssa tietokoneen kanssa.
	Tietokone lukee tietoa mittalaitteesta. Tämä tapahtuu silloin, kun mittalaitteen asetuksia tallennetaan, ja kun siitä ladataan mittauksia palveluun.
	Mittalaitte on vikatilassa, eikä pysty muodostamaan yhteyttä tietokoneen kanssa. Kokeile irrottaa mittalaitte USB-portista, ja jos punainen valo sammuu, kytkä mittalaitte uudelleen. Vikatila voi nollautua myös silloin, kun antaa mittalaitteen akun kulu kokonaan loppuun, jolloin kaikki valot sammuvat. Lataa sen jälkeen mittalaitteen akku uudelleen. Jos vikatila ei poistu, tee laitteesta huoltoilmoitus tsars .

Liite 2. Ohjeistus tutkimukseen osallistuvalla osa2.

Lataaminen

Lataa Firstbeat mittauslaite kiinnittämällä se tietokoneen USB-porttiin. Lataus kestää noin 20–30 minuuttia.

Mittauksen loputtua

Irrota Firstbeat mittauslaite ja palauta se opinnäytetyön tekijöille eli meille. 😊

Oikeutesi tutkimuksessa?

Sinulla on oikeus keskeyttää mittaus halutessasi.

Liite 3. Ohjeistus tutkimukseen osallistuvalla osa3.

SUOSTUMUS OPINNÄYTETYÖHÖN OSALLISTUMISESTA

Hyvä opinnäytetyöhön osallistuja,

Olemme toisen vuoden fysioterapeuttiopiskelijoita Turun ammattikorkeakoulusta ja teemme opinnäytetyötä keihäänheittäjän kuormittumisesta ja palautumisesta yhteistyössä Keihäsolympiadin kanssa. Opinnäytetyön toteutus on 2020 loppuvuodesta. Toteutamme neljälle Keihäsolympiadin urheilijalle Firstbeat mittaukset, jonka tuottamasta datasta tarkastelemme kuormittumista ja palautumista normaalioloissa, leirillä ja leirin jälkeen sekä vertaamme saatua dataa urheilijan omaan kokemukseen.

Mittaus kestää kaksi viikkoa, jonka aikana täytät Firstbeat-mittaukseen kuuluvaa sähköistä päiväkirjaa sekä alkukyselyn. Mittaus tapahtuu 16.-29.11 aikana, jolloin osallistut myös Keihäsolympiadin neljän päivän pituiselle leirille. Firstbeat laitteiden jaon yhteydessä saat tarkat ohjeet mittausviikoista, laitteen käytöstä ja päiväkirjan täytöstä. Mittauksen loputtua saat Firstbeatin tuottaman henkilökohtaisen hyvinvointianalyysin.

Opinnäytetyöprosessiin osallistuminen on vapaaehtoista ja halutessasi voit keskeyttää tutkimukseen osallistumisen. Tulokset julkaistaan anonymisoina eikä tutkittavien henkilöllisyys selviä opinnäytetyöstä. Valmis opinnäytetyö julkaistaan internetissä osoitteessa theseus.fi. Opinnäytetyöhön osallistuvan henkilöllisyystietoja käsittelevät vain opinnäytetyön tekijät. Noudatamme salassapitovelvollisuutta ja huolehdimme aineiston tietoturvasta. Materiaali hävitetään asianmukaisesta opinnäytetyön valmistuttua.

- Allekirjoituksella ilmoitan osallistuvani tutkimukseen. Osallistun suoritettavaan tutkimukseen omalla vastuulla ja annan suostumukseni tutkimustulosten hyödyntämiseen verkossa julkaistavaan opinnäytetyöhön.
- Olen lukenut yllä mainitun tiedon opinnäytetyöstä ja olen tietoinen oikeuksistani opinnäytetyöprosessissa.

Allekirjoitus ja nimenselvennys

Aika ja paikka

Liite 4. Suostumus opinnäytetyöhön osallistumisesta.