

**OTTELUKUORMITUKSEN VAIKUTUS YÖNAIKAISEEN KESKISYKKEESEEN,
SYKEVÄLIVAIHTELUUN JA UNEN KESTOON KANSALLISEN TASON
NAISJALKAPALLOILJOILLA**

Katriina Louna

Liikuntafysiologian kandidaatin tutkielma

Liikuntatieteellinen tiedekunta

Jyväskylän yliopisto

Kevät 2022

TIIVISTELMÄ

Louna, K. 2022. Ottelukuormituksen vaikutus yönaikaiseen keskisykkeeseen, sykevälivaihteluun ja unen kestoon kansallisen tason naisjalkapalloilijoilla. Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, Liikuntafysiologian kandidaatin tutkielma, 28 s.

Jalkapallo-ottelu aiheuttaa pelaajille fyysistä ja psyykkistä kuormitusta. Pelaajien kuormittumisen ja palautumisen seurantaan on kehitetty monia erilaisia tapoja, ja viime aikoina etenkin ympärivuorokautiseen syke seurantaan perustuvat mittarit ovat kasvattaneet suosiotaan. Sykemuuttujia seuraamalla saadaan tietoa elimistön kuormittuneisuudesta autonomisen hermoston aktiivisuuden kautta. Unen on ehdotettu olevan urheilijan tärkein yksittäinen palautumista edistävä tekijä, jonka vuoksi urheilijoiden on tärkeää huolehtia riittävästä unen laadusta ja määrästä.

Tutkimuksessa tarkasteltiin yönaikaista keskisykettä, sykevälivaihtelua ja unen kestoa sarjaottelua ympäröiviltä öiltä. Tutkittavina oli 13 naisjalkapalloilijaa kahdesta eri Kansallisen Liigan (naisten korkein sarjataso Suomessa) joukkueesta. Aineisto kerättiin pelaajilta heidän arjessaan älysoikeuksella (Oura ring, Oura Health Ltd., Oulu, Finland) kauden 2020 aikana.

Tutkimuksessa havaittiin, että ottelukuormituksella ei ollut vaikutusta pelaajien yönaikaiseen keskisykkeeseen eikä sykevälivaihteluun. Ottelukuormituksella oli unen kestoa lisäävä vaikutus. Lisäksi tutkimuksessa havaittiin jalkapalloilijoiden nukkuvan yleensä suosituksen mukaisesti 7–9 tuntia.

Avainsanat: jalkapallo, ottelukuormitus, keskisyke, sykevälivaihtelu, uni

ABSTRACT

Louna, K. 2022. The effects of match load in nocturnal mean heart rate, heart rate variability and total sleep time in national level female football players. Faculty of Sport and Health Sciences, University of Jyväskylä, Bachelor's thesis in sport physiology, 28 pp.

Football match causes players physical and mental load. Many different ways have been developed to monitor player's load and recovery status and lately overnight held heart rate trackers have become more common. Monitoring changes in heart rate variables provides information about athlete's load through autonomic nervous system activity. Sleep is often suggested to be the best single recovery strategy for athletes. For that reason, it is important for athletes to ensure an appropriate quality and quantity of sleep.

In this research nocturnal mean heart rate, heart rate variability and total sleep time were monitored three nights before and after football match. Participants were 13 female football players from two different teams playing in Kansallinen Liiga, which is the highest level in football for women in Finland. The data was collected in player's daily life with a smart ring (Oura ring, Oura Health Ltd., Oulu, Finland) during their football season in 2020.

The main findings in this study indicated that match load did not cause any changes in nocturnal mean heart rate or heart rate variation but increased total quantity of sleep. The study also showed that the participants usually slept 7–9 hours, as recommended.

Key words: football, match load, mean heart rate, heart rate variability, sleep

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO.....	1
2 KUORMITTUMINEN JALKAPALLOSSA	3
2.1 Ottelukuormitus.....	3
2.2 Harjoittelukuormitus.....	4
2.3 Kuormittumisen ja palautumisen seuranta	4
3 AUTONOMINEN HERMOSTO JA SYKEMUUTTUJAT	5
3.1 Syke ja sykevälivaihtelu	5
3.2 Autonominen hermosto sydämen toiminnan säätelijänä.....	6
3.3 Yönaikainen keskisyke urheilijan kuormittuneisuuden seurannassa.....	6
3.4 Yönaikainen sykevälivaihtelu urheilijan kuormittuneisuuden seurannassa	7
4 UNI.....	8
4.1 Unen fysiologia	8
4.2 Unen merkitys palautumisessa	8
4.3 Unen määrä.....	9
4.4 Kovatehoisen harjoituksen vaikutus uneen	9
5 TUTKIMUSKYSYMYKSET JA HYPOTEESIT	11
6 MENETELMÄT.....	12
6.1 Tutkittavat.....	12
6.2 Tutkimusprotokolla	12
6.3 Oura-sormuksen validiteetti ja reliabiliteetti	14
6.4 Tilastolliset analyysit.....	14
7 TULOKSET	15
7.1 Keskisyke	15
7.2 Sykevälivaihtelu	16

7.3 Unen kesto	17
8 POHDINTA.....	19
LÄHTEET	24

1 JOHDANTO

Jalkapallo on lajina hyvin monipuolinen ja vaatii pelaajilta hyvää fyysistä suorituskykyä, pallonkäsittelytaitoja ja älyä reagoida kentällä jatkuvasti muuttuviin tilanteisiin (Rønnestad ym. 2011). Jalkapallo-ottelu kuormittaa pelaajia sekä fyysisellä että psyykkisellä tasolla. Ottelun aiheuttama fyysinen kuormitus on riippuvainen muun muassa ottelun luonteesta, pelaajan pelipaikasta ja saamastaan peliajasta (Nédélec ym. 2012; West 2018). Psykkistä kuormitusta otteluun liittyen voi aiheutua jännityksestä tai esimerkiksi ei-toivotusta ottelun lopputuloksesta (Oliveira ym. 2020). Täydellinen palautuminen ottelusta kestää useita päiviä, ja pelaajien fyysisen suorituskyvyn on havaittu olevan alentuneella tasolla vielä 72 tuntia ottelun jälkeen. (Andersson ym. 2008; Silva ym. 2018)

Urheilijan optimaalisen fyysisen suorituskyvyn saavuttamiseksi on tärkeää huolehtia riittävästä palautumisesta (Andersson ym. 2008). Huipputason jalkapallossa, kuten muussakin urheilussa, kuormittumisen ja palautumisen seuranta on tärkeää ja kiinnostus niiden seurantaan on kasvanut viime aikoina (Rabbani ym. 2019; Thorpe ym. 2015). Yönaikaista keskisykettä ja sykevälivaihtelua on käytetty kuormittumisen seurannassa laajasti, sillä muuttujien avulla saadaan tietoa autonomisen hermoston tilasta, joka muuttaa aktiivisuuden tasoaan elimistön kuormitustilan muuttuessa. Havainnot muuttujien luotettavuudesta kuormituksen ja palautumisen seurannassa ovat hieman ristiriitaisia, ja harjoituksen intensiteetillä sekä vuorokauden ajalla on havaittu olevan merkitystä sykemuuttujien reaktioihin. (Al Haddad ym. 2009; Costa ym. 2019; Costa ym. 2021; Hynynen ym. 2010; Myllymäki ym. 2011; Myllymäki ym. 2012; Yamanaka ym. 2015)

Unen on ehdotettu olevan urheilijan tärkein yksittäinen palautumista edistävä tekijä (Halson 2008). Sen aikana tapahtuu monia psykologisia ja fysiologisia prosesseja, joilla on keskeinen rooli urheilusuorituksesta palautumisessa. Urheilijoille suositellaan yleisesti vähintään 7–9 tunnin yöunia, sillä unen tarve on suurentunut kovan harjoittelun ja kilpailustressin seurauksena (Bird 2013). Usein urheilijat eivät saavuta suositusta ja useissa lähteissä urheilijoiden on havaittu nukkuvan keskimäärin lyhyempiä ja laadultaan heikompia yöunia, kuin ei-urheilijat. (Halson & Juliff 2017; Leeder ym. 2012; Simpson ym. 2017)

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää aiheuttaako ottelukuormitus muutoksia unen aikaiseen keskisykkeeseen, sykevälivaihteluun tai unen kestoon naisjalkapalloilijoilla ennen tai jälkeen

ottelun, sekä arvioida kyseisten muuttujien luotettavuutta kuormittumisen ja palautumisen seurannassa. Tarkoituksena oli myös selvittää, kuinka paljon jalkapalloilijat nukkuvat ottelua edeltävinä ja ottelun jälkeisinä öinä suhteessa suositeltuun unen määrään.

2 KUORMITTUMINEN JALKAPALLOSSA

Jalkapallossa, kuten muussakin urheilussa, pelaajan kuormittumisen ja palautumisen seuranta on tärkeää. Kuormittumista ja palautumista seuraamalla voidaan optimoida yksilön harjoituskuormaa, mahdollistaa riittävä palautuminen ja toisaalta myös riittävä harjoitusärsyke kehittymistä varten (Castagna ym. 2017). Jalkapallossa pelaajien kokema fyysinen kuormitus koostuu harjoituksista ja otteluista.

2.1 Ottelukuormitus

Jalkapallo-ottelu kestää 90 minuuttia. Se koostuu kahdesta 45 minuutin pituisesta puoliajasta, joiden välissä on 15 minuutin tauko. Alku- ja loppulämmittelyineen ottelutapahtuma kestää noin 3–4 tuntia. Pelaajan kokema fyysinen kuormitus on riippuvainen ottelun luonteesta sekä pelaajan pelipaikasta ja saamastaan peliajasta (Nédélec ym. 2012; West 2018; Oliveira ym. 2020). Ilmasto- ja kenttäolosuhteilla on myös vaikutusta koettuun fyysiseen kuormitukseen (Nédélec ym. 2012). Fyysisen kuormituksen lisäksi ottelu aiheuttaa psyykkistä kuormitusta. Sitä voi syntyä esimerkiksi jännityksestä tai paineista otteluun liittyen. Myös ei-toivottu ottelun lopputulos voi aiheuttaa negatiivista psyykkistä kuormitusta. (Oliveira ym. 2020)

Täydellinen palautuminen ottelusta kestää useita päiviä. Aiempien tutkimusten mukaan pelaajien fyysinen suorituskyky on edelleen alentuneella tasolla 72 tuntia ottelun jälkeen (Andersson ym. 2008; Silva ym. 2018). Palautuminen jalkapallossa määritellään valmiudeksi pelata seuraava ottelu optimaalisessa tilassa. Palautumisprosessissa keskeistä on energiavarastojen täydentyminen (glykogeenin uudismuodostus), lihaskuormituksen korjaaminen ja psyykinen palautuminen. (Silva ym. 2018) Ihmiskeho ei tunnista, onko kuormituksen aiheuttama stressi peräisin fyysisestä vai psyykkisestä kuormituksesta (Stults-Kolehmainen 2014). Näin ollen on tärkeää tarkastella kuormitusta, ja siitä palautumista fyysisen ja psyykkisen osa-alueiden muodostamana kokonaisuutena.

2.2 Harjoittelukuormitus

Jalkapallon fyysinen harjoittelu koostuu lajinomaisesta kestävyys-, voima-, ketteryys- ja nopeusharjoittelusta. Lisäksi harjoittelussa pyritään kehittämään pallonkäsittely- ja pelinlukutaitoja erilaisten syöttö-, veto-, taito- ja peliharjoitusten avulla. Urheilussa vuosiharjoittelu voidaan yleisesti jakaa valmistautumiskauteen, kilpailukauteen ja ylimenokauteen. Harjoittelun pääpainopisteet ovat kauden ajanjaksosta riippuen hieman eri osa-alueilla. Valmistautumiskaudella pyritään tekemään mahdollisimman paljon suorituskykyä kehittäviä harjoituksia, kun taas kilpailukauden harjoittelu on enemmän fyysisiä ominaisuuksia ylläpitävää ja otteluihin valmistavaa taktista harjoittelua. Ylimenokaudella palaudutaan kilpailukaudesta sekä valmistaudutaan henkisesti ja fyysisesti tulevaan kauteen. Kilpailukaudella ottelupäiviä edeltävä harjoittelu pyritään ohjelmoimaan niin, että pelaajat olisivat optimaalisessa fyysisessä kunnossa ottelun alkaessa. (Rønnestad ym. 2011)

2.3 Kuormittumisen ja palautumisen seuranta

Kuormittumisen ja palautumisen seurantaan jalkapallossa on kehitetty monenlaisia mittareita ja testejä. Kuormitusta voidaan yleisesti seurata sisäisen tai ulkoisen kuormituksen kautta. Sisäisellä kuormituksella tarkoitetaan urheilijan kokemaa fysiologista ja psykologista kuormaa ja sitä voidaan mitata esimerkiksi sykkeen, hengityksen tai veri- ja hikinäytteiden avulla. Ulkoisella kuormituksella puolestaan tarkoitetaan urheilijan suorittamaa työtä ja sitä voidaan mitata seuraamalla esimerkiksi pelaajan ottelussa kulkemaa matkaa, nopeutta tai laskemalla pelaajan suorittamia kiihdytyksiä ja hyppyjä. (Cardinale & Varley 2017)

Urheilijan kuormittumisen ja palautumisen tasoa voidaan seurata erilaisten sydämen sykettä seuraavien testien avulla. Sykettä voidaan seurata ympäri vuorokauden tai erilaisissa submaksimaalisissa palautumisen tasoa mittaavissa testeissä (Thorpe ym. 2016). Sykkeeseen perustuvien menetelmien lisäksi urheilijan kuormittumista voidaan seurata subjektiivisten harjoituspäiväkirjojen, subjektiivisesti koetun kuormituksen (s-RPE) sekä erilaisten muun muassa unen laatua tai lihasarkuutta koskevien kyselyiden avulla (Thorpe ym. 2015). Kuormittuneisuuden tasoa voidaan seurata myös erilaisten sprinttinopeutta tai kevennyshyppyä mittaavien testien avulla (Andersson ym. 2008).

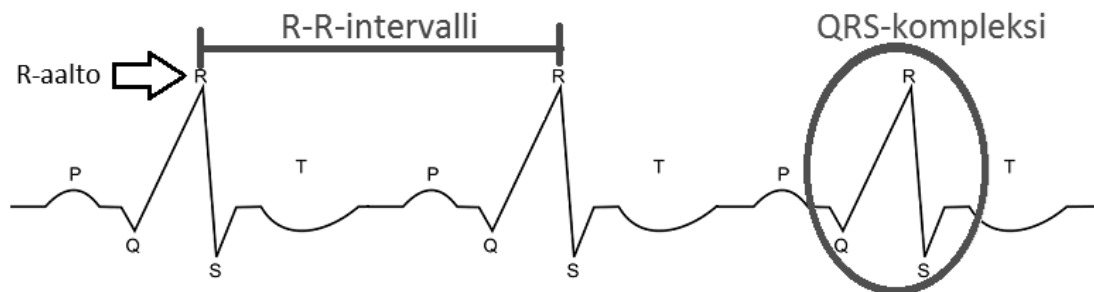
3 AUTONOMINEN HERMOSTO JA SYKEMUUTTUJAT

Autonominen hermosto on osa ihmisen keskushermostoa ja se säätelee monia elimistön tärkeitä toimintoja. Se vastaa muun muassa sydämen toiminnan, verenpaineen, ruuansulatusjärjestelmän, erityselinten ja kehon lämpötilan säätelystä. Autonominen hermosto eli tahdosta riippumaton hermosto voidaan jakaa sympaattiseen ja parasympaattiseen osaan. (Guyton & Hall 2016, 773)

3.1 Syke ja sykevälivaihtelu

Sydämen syke (HR = heart rate) kertoo sydämen supistusten määrän minuutissa. Terveillä nuorilla aikuisilla sydämen syke levossa on noin 70 lyöntiä minuutissa. Äärimmäisessä rasituksessa syke voi olla jopa 200 lyöntiä minuutissa. (Guyton & Hall 2016, 120)

Sykevälivaihtelu (HRV = heart rate variation) tarkoittaa sydämen lyöntien välisen ajan vaihtelua. Normaalitilassa sykevälit eivät ole säännöllisen mittaisia, vaan lyöntien väliin jäävä aika vaihtelee. (Shaffer & Ginsberg 2017) Kuvassa 1. R-R-intervalli havainnoi sykeväliä. Sykevälivaihtelu kuvaa siis sydänkäyrän QRS-kompleksin R-piikkien välisen ajan vaihtelua (Guyton & Hall 2016, 132). Sykevälivaihtelu on hyvin yksilöllinen ominaisuus (Task Force 1996) ja arvoon vaikuttavat muun muassa ikä, sukupuoli, fyysinen rasitus, stressi ja fyysinen kunto (Dong 2016).



KUVA 1. EKG-käyrä, jossa R-R-intervalli kuvaa sydämen sykeväliä. (Mukailtu Haataja 2016).

3.2 Autonominen hermosto sydämen toiminnan säätelijänä

Autonominen hermosto vastaa sydämen toiminnan säätelystä. Autonomisen hermoston sympaattinen aktivaatio nostaa sydämen sykettä ja lisää sen supistusvoimakkuutta. Parasymptaattinen aktivaatio puolestaan laskee sydämen sykettä (Guyton & Hall 2016, 120) ja lisää sydämen sykevälivaihtelua (Hynynen ym. 2010). Sympaattinen ja parasymptaattinen hermosto ovat usein aktiivisia yhtä aikaa ja toimivat aktiivisuuttaan lisäten tai vähentäen (Guyton & Hall 2016, 781). Esimerkiksi fyysisen rasituksen aikana sympaattinen aktivaatio lisääntyy kiihdyttäen sydämen toimintaa, ja samaan aikaan parasymptaattisen aktivaation vähentyessä sydämen sykettä laskeva vaikutus pienenee (Porges 1995). Merkityksellistä on siis, kumpi autonomisen hermoston osa on kussakin tilanteessa hallitsevampi.

Sydämen sykettä ja sykevälivaihtelua mittaamalla voidaan epäsuorasti seurata sympaattisen ja parasymptaattisen hermoston aktiivisuutta (Plews ym. 2017). Matala syke ja korkea sykevälivaihtelu ovat merkkejä sydämen ja toisaalta myös elimistön lepotilasta, kun taas kohonnut syke ja vähentynyt sykevälivaihtelu on merkki elimistön stressitilasta (Dong 2016). Näin ollen kuormittumista ja palautumisen tilaa voidaan mahdollisesti arvioida seuraamalla muutoksia yönaikaisessa keskisykkeessä ja sykevälivaihtelussa.

3.3 Yönaikainen keskisyke urheilijan kuormittuneisuuden seurannassa

Yönaikaisen keskisykkeen mittaamista voidaan hyödyntää urheilijan kuormittuneisuuden ja palautumisen tilan seurannassa. Costan ym. (2019) tutkimuksessa ilta-aikaan tehty jalkapalloharjoitus nosti yönaikaista keskisykettä naisjalkapalloilijoilla. Hynynen ym. (2010) tutkimuksessa keskitehoisen kestävyysharjoituksen ja maratonin jälkeisen yön keskisyke oli lepopäivän vastaavia arvoja korkeammalla. Myös Myllymäki ym. (2011) ja Myllymäki ym. (2012) havaitsivat yönaikaisen keskisykkeen olleen korkeampi keskitehoisen ja äärimmäisen juoksuharjoituksen sekä uupumukseen asti suoritettavan pyöräilyharjoituksen jälkeen. Toisaalta kevyt juoksuharjoitus ei nostanut yönaikaista keskisykettä fyysisesti aktiivisilla miehillä (Myllymäki ym. 2012). Yamanaka ym. (2015) vertailivat aamu- ja iltaharjoituksen vaikutuksia yönaikaisen keskisykkeeseen. He havaitsivat iltaharjoituksen nostavan yönaikaista keskisykettä lepopäivään verrattuna, kun taas aamuharjoituksen osalta tätä nousua ei havaittu. Tästä voidaan päätellä, että kuormituksen ja yönaikaisen keskisykkeen nousun yhteys on

riippuvainen fyysisen kuormituksen intensiteetistä ja vuorokaudenajasta. Suuri osa tutkimuksista koskien kuormituksen ja yönaikaisen keskisykkeen yhteyttä on tehty kestävyysharjoitteluun liittyen, joten suoria johtopäätöksiä erilaiseen fyysiseen kuormittavuuteen, kuten jalkapallo-otteluun, ei voida tehdä.

3.4 Yönaikainen sykevälivaihtelu urheilijan kuormittuneisuuden seurannassa

Urheilijan kuormittumisen seurannassa voidaan hyödyntää yönaikaisen sykevälivaihtelun mittaamista. Sykevälivaihtelu on hyvin yksilöllinen ominaisuus, jonka vuoksi tuloksia tulee aina verrata omiin aiemmin mitattuihin arvoihin (Task Force 1996), esimerkiksi kuukauden edeltävään keskiarvoon. Tulokset yönaikaisen sykevälivaihtelun heikkenemisestä ja kuormittuneisuuden yhteydestä ovat kuitenkin hieman ristiriitaisia ja yhteydestä onkin saatu näyttöä sekä puolesta että vastaan. (Costa ym. 2019; Costa ym. 2021; Hynynen ym. 2010; Myllymäki ym. 2011; Yamanaka ym. 2015)

Hynynen ym. (2010) tutkimuksessa havaittiin keskitehoisen kestävyysharjoituksen ja maratonin aiheuttavan yönaikaisen sykevälivaihtelun vähentymistä lepopäivien jälkeisiin arvoihin verrattuna. Toisaalta taas naisjalkapalloilijoille tehdyissä tutkimuksissa sykevälivaihtelussa ei havaittu eroa harjoitus-, ottelu- tai lepopäivien jälkeisten öiden osalta (Costa ym. 2019; Costa ym. 2021). Myöskään uupumukseen asti suoritettu myöhäinen pyöräilyharjoitus ei aiheuttanut muutoksia yönaikaiseen sykevälivaihteluun (Myllymäki ym. 2011). Fyysisen kuormituksen ajoittumisella aamuun tai iltaan on osoitettu olevan vaikutusta yönaikaiseen sykevälivaihteluun. Yönaikainen sykevälivaihtelu lisääntyi aamulla suoritettuna kovatehoisen harjoituksen johdosta, mutta vastaavaa vaikutusta ei havaittu illalla suoritettuna harjoituksen jälkeen, kun arvoja verrattiin lepopäivän jälkeisiin tuloksiin. (Yamanaka ym. 2015) Vaikuttaakin siltä, että fyysisen kuormituksen on oltava riittävän suuri ja mahdollisesti painotuttava ilta-aikaan, jotta sykevälivaihtelun heikentymistä voidaan havaita. Al Haddad ym. (2009) esittävät artikkelissaan suorituksen intensiteetin olevan suorituksen kestoa merkityksellisempi tekijä aiheuttamaan heikentynyttä yönaikaista sykevälivaihtelua.

4 UNI

Unella on havaittu olevan merkittävä rooli ihmisen terveyden, fyysisen ja kognitiivisen suorituskyvyn sekä hyvinvoinnin ylläpitämisessä (Kölling ym. 2016; Thun ym. 2015). Ihmisen hereillä oloa ja nukkumista ohjaa uni-valve-rytmi ja homeostaattinen säätely. Uni-valve-rytmi toimii ihmisen ”sisäisenä kellona” ja se pyrkii ajoittamaan unen optimaaliseen aikaan vuorokaudesta. Homeostaattinen säätely puolestaan optimoi hereillä ja unessa vietettyä aikaa eli unen määrää. (Dijk & Archer 2009)

4.1 Unen fysiologia

Uni voidaan jakaa kahteen päätyyppiin, perusuneen (NREM = non-rapid eye movement) ja vilkeuneen (REM = rapid eye movement) (Dijk & Archer 2009). Uni koostuu näiden kahden päätyypin muodostamista sykleistä, jotka vuorottelevat yön aikana ja ovat normaalisti kestoltaan noin 90 minuuttia (Halson & Juliff 2017). Unen aikana tapahtuu monia fysiologisia prosesseja, jotka eroavat hieman toisistaan riippuen unen syklistä, eli nukutaanko perusunta vai vilkeunta. Yleisesti vuorokaudessa aineenvaihdunnallinen aktiivisuus on matalimmillaan unen aikana. Tällöin myös hengitys, sydämen syke ja aivojen verenkierto ovat alentuneella tasolla. (Nédélec ym. 2015) Unen aikana tapahtuu myös hormonaalista säätelyä ja esimerkiksi kasvuhormonin suurin erityspiikki ajoittuu ensimmäiseen perusunen sykliin (Obal & Krueger 2004). Unen aikana autonomisen hermoston parasympaattinen osa siirtyy elimistössä hallitsevaksi, yhtäaikaaisesti sympaattisen hermoston vaikutuksen vähentyessä (Halson & Juliff 2017).

4.2 Unen merkitys palautumisessa

Uni on hyvin tärkeä osa palautumisprosessia urheilussa. Sen aikana tapahtuu useita psykologisia ja fysiologisia toimintoja, jotka ovat tärkeitä urheilusuorituksesta palautumisessa. Unen aikana kasvuhormonin erityys kiihtyy, mikä edesauttaa fysiologista palautumista urheilusuorituksesta, muun muassa lihasvaurioiden korjautumista. (Nédélec ym. 2015) Riittävä yöuni on merkittävässä roolissa psyykkisen osa-alueen palautumisessa, sillä univajeella on havaittu olevan urheilijan mielialaa ja motivaatiota laskeva vaikutus (Halson & Juliff 2017).

Unella on myös suojaava vaikutus hengitystieinfektioita vastaan, sillä alle 6 tuntia nukkuvien urheilijoiden riski sairastua hengitystieinfektioon oli merkittävästi suurentunut verrattuna yli 7 tuntia nukkuviin urheilijoihin (Prather ym. 2015). Riittäväällä yönella on myös merkitystä vammojen ehkäisyssä, sillä univajeen on tutkittu olevan yhteydessä normaalia suurempaan vamma-alttiuteen (Simpson ym. 2017).

Huonosti nukuttu yöuni ottelun jälkeen heikentää glykokeenin uudismuodostusta, lihasvaurioiden korjausta sekä aiheuttaa muutoksia kognitiivisiin toimintoihin ja lisää väsymystä (Nédélec ym. 2015). Kaiken kaikkiaan unen on ehdotettu olevan urheilijalle yksi tärkeimmistä yksittäisistä elementeistä palautumista ajatellen (Halson 2008).

4.3 Unen määrä

Urheilijoille suositellaan yleisesti vähintään 7–9 tunnin yöunia, sillä unen tarve on suurentunut kovan harjoittelun ja kilpailustressin seurauksena (Bird 2013). Keskimäärin urheilijat eivät kuitenkaan saavuta suosituksia, sillä esimerkiksi Simpsonin ym. (2017) ja Leederin ym. (2012) tutkimuksissa havaittiin urheilijoiden nukkuvan keskimäärin 6,5–6,9 tuntia yössä. Useissa lähteissä onkin todettu urheilijoiden nukkuvan keskimäärin lyhyempiä ja laadultaan heikompia yöunia, kuin ei-urheilijat. (Halson & Juliff 2017; Leeder ym. 2012; Simpson ym. 2017) Bird (2013) toteaa artikkelissaan kuitenkin unen tarpeen olevan hyvin yksilöllistä.

Syitä urheilijoiden heikompiin yöuniin on monia. Harjoittelun ajoittuminen vuorokausitasolla aikaiseen aamuun tai myöhäiseen iltaan voi häiritä unirytmää. Myös kilpailuihin tai menestymiseen liittyvät paineet ja stressi sekä muun elämän kuormitus, esimerkiksi työ tai opiskelu, voivat häiritä unta. Lisäksi kovasta harjoittelusta syntyneillä lihaskivuilla ja urheilijoiden keskuudessa hyvin yleisesti käytetyllä kofeiinilla voi olla unta heikentäviä vaikutuksia. (Halson & Juliff 2017; Nédélec ym. 2015)

4.4 Kovatehoisen harjoituksen vaikutus uneen

Kovatehoisen harjoituksen vaikutuksia uneen ja nukkumiseen on tutkittu paljon urheilijoilla. Erityisesti myöhäisen noin kello 21.00 aikaan ajoittuvan iltaharjoittelun on havaittu lyhentävän

unen pituutta, sängyssä vietetyn ajan määrää ja pidentävän nukahtamisviivettä, kun tuloksia on verrattu lepopäivän jälkeen mitattuihin arvoihin (Costa ym. 2019; Costa ym. 2021). Saman suuntaisia tuloksia saivat Vitale ym. (2018) tutkiessaan lentopalloilijoiden unta ja nukkumista ilta-aikaan (klo 20.00) pelatun ottelun ympäriltä. He havaitsivat unen määrän ja laadun olevan heikompia ottelun jälkeisenä yönä verrattuna ottelua edeltävän yön tuloksiin. Fullagar ym. (2016) vertailivat päivällä ja illalla pelatun otteluiden vaikutuksia yöuniin ja he havaitsivat iltatottelun jälkeisen yön olleen selvästi lyhyempi päiväottelun jälkeiseen yöneen verrattuna.

Kovatehoisen harjoituksen ajoittumisella aamu- tai ilta-aikaan on havaittu olevan vaikutusta uneen ja nukkumiseen. Päivällä tai alkuillasta suoritettu kovatehoinen harjoitus ei heikentänyt seuraavan yön unia, vaan jopa hieman lisäsi unen määrää ja paransi unen laatua (Costa ym. 2021; Thomas ym. 2019). Yamanaka ym. (2015) havaitsivat aamuharjoituksen lisäävän yönaikaista sykeväli vaihtelua ja näin ollen myös parasympaattisen hermoston aktiivisuutta lepopäivään verrattuna. Ilta-aikaan suoritettu harjoitus puolestaan nosti yönaikaista keskisykettä, josta voidaan päätellä sympaattisen hermoston olleen tällöin aktiivisempi (Yamanaka ym. 2015). Aiempien tutkimusten mukaan kovatehoisen harjoituksen ajoittuminen aamuun tai iltapäivään ei aiheuta negatiivisia vaikutuksia uneen ja voi jopa parantaa unen laatua ja lisätä sen pituutta. Myöhäisellä kovatehoisella harjoituksella on unen laatua ja määrää heikentäviä vaikutuksia.

5 TUTKIMUSKYSYMYKSET JA HYPOTEESEIT

Tutkimuskysymys 1:

Aiheuttaako ottelukuormitus muutoksia yön aikaiseen keskisykkeeseen, sykevälivaihteluun tai unen keston naisjalkapalloilijoilla?

Hypoteesi ja perustelut:

Ottelukuormitus voi nostaa yönaikaista keskisykettä, mutta ei aiheuta muutoksia yönaikaiseen sykevälivaihteluun. Ottelukuormituksella ei ole negatiivista vaikutusta unen keston, vaan mahdollisesti unen kestoa lisäävä vaikutus. Ottelut ajoittuvat iltapäivään, eikä myöhäiseen iltaan, jolloin kuormituksella ei odoteta olevan negatiivista vaikutusta, vaan jopa positiivinen vaikutus unen keston (Thomas ym. 2019).

Tutkimuskysymys 2:

Kuinka paljon jalkapalloilijat nukkuvat ottelua edeltävinä ja ottelun jälkeisinä öinä suhteessa suositeltuun unen määrään?

Hypoteesi ja perustelut:

Aikaisempien tutkimusten perusteella urheilijat eivät usein saavuta suositusten mukaisia 7–9 tunnin yöunia (Simpsonin ym. 2017; Leeder ym. 2012).

6 MENETELMÄT

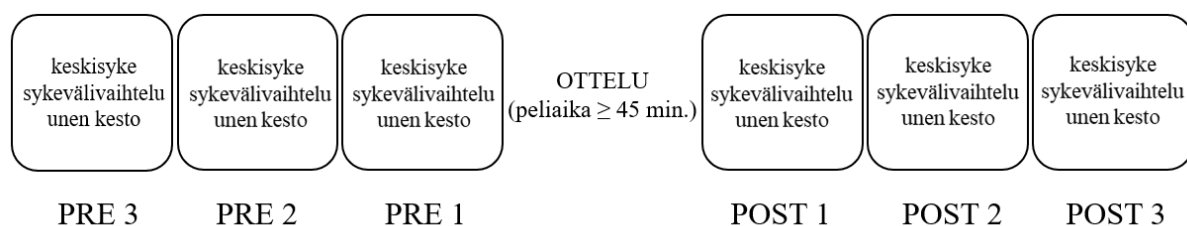
Tutkimuksen aineisto kerättiin älysormuksella (Oura ring, Oura Health Ltd., Oulu, Finland) kahdelta Kansallisen liigan jalkapallojoukkueelta kauden 2020 aikana. Aineistosta analysoitiin otteluita ympäröivien öiden keskisykettä, sykevälivaihtelua ja unen kestoa. Tutkimus toteutettiin osana Jyväskylän yliopiston ja Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskuksen Multimodal Injury and Illness prevention in athletes -tutkimusta. Tutkimuksella oli Keski-Suomen sairaanhoitopiirin eettisen toimikunnan puoltava lausunto (5U/2019).

6.1 Tutkittavat

Tutkimukseen osallistui yhteensä 28 pelaajaa. Aineistoon tutkittaviksi valikoitui kolmetoista ($n = 13$) Kansallisessa Liigassa pelaavaa naisjalkapalloilijaa. Kansallinen Liiga on Suomessa naisten jalkapallon korkein sarjataso. Tutkittavat olivat keskimäärin 21,5 ($\pm 2,0$) vuotiaita, pituudeltaan 168,2 cm ($\pm 5,7$ cm) ja painoltaan 67,8 kg ($\pm 8,2$ kg). Tutkimukseen osallistui 10 kenttäpelaajaa ja kolme maalivahtia.

6.2 Tutkimusprotokolla

Data kerättiin älysormuksella, jota pidettiin pelaajan itse valitsemissa sormissa vuorokauden ympäri tai vähintään öisin. Pelaajia ohjeistettiin käyttämään sormusta niin paljon kuin mahdollista. Dataa kerättiin pelaajilta kauden 2020 aikana noin toukokuusta marraskuuhun. Aineistoon valittiin mukaan pelaajat, jotka olivat käyttäneet sormusta vähintään 85 % keräysjakson öistä. Kerättyä dataa analysoitiin kolmelta yöltä ennen ottelua (PRE 3, PRE 2 ja PRE 1) ja kolmelta yöltä ottelun jälkeen (POST 1, POST 2 ja POST 3). Analysoitavat muuttujat olivat yönaikainen keskisyke, yönaikainen sykevälivaihtelu ja unen kesto, joka tässä tutkimuksessa määriteltiin ajanjaksoksi nukahtamisesta heräämiseen, josta vähennettiin unenaikaiset valveillaolojaksot. Pelaajan data otettiin mukaan analyysiin, silloin kun pelaajan peliaika ottelussa oli vähintään 45 minuuttia fyysisen kuormituksen vakioimiseksi. Tutkimusprotokolla on esitettyinä kuvassa 2.



KUVA 2. Tutkimusprotokolla. PRE 3 = kolme yötä ennen ottelua, PRE 2 = kaksi yötä ennen ottelua, PRE 1 = ottelua edeltävä yö, POST 1 = ottelun jälkeinen yö, POST 2 = ottelun jälkeinen toinen yö ja POST 3 = ottelun jälkeinen kolmas yö.

Ottelua ympäröivien öiden dataa verrattiin yönaikaisen keskisykkeen, yönaikaisen sykevälivaihtelun ja unen keston osalta pelaajien henkilökohtaiseen edeltävän 28:n yön keskiarvoon. Keskiarvot laskettiin pelaajakohtaisesti 3–13 ottelun perusteella, riippuen kuinka monessa ottelussa pelaaja oli pelannut vaatimuksen mukaisesti vähintään 45 minuuttia. Lopulliset tulokset laskettiin pelaajien keskiarvoina ja näille tuloksille laskettiin keskihajonnat. Unen kesto laskettiin myös tunneiksi ja minuuteiksi, jotta saatiin selville, kuinka paljon pelaajat keskimäärin nukkuivat otteluiden ympärillä.

Kilpailukaudella molemmilla joukkueilla oli yhteensä 18 ottelua. Tarkastelusta jätettiin pois ottelut, jotka olivat kolme päivää tai vähemmän edellisen ottelun jälkeen tai ennen seuraavaa ottelua. Tarkasteltavaksi jäi molemmilta joukkueilta 15 ottelua. Näin vakioitiin otteluita ympäröivien vuorokausien otteluihin liittyvää kuormitusta ja poissuljettiin näistä johtuvia mahdollisia vaikutuksia yönaikaisiin sykemuuttujiin ja unen keston. Otteluiden alku ajoittui iltapäivään tai alkuiltaan klo 14.00–19.00 väliselle ajalle. Datapisteiden mukaan painotettu otteluiden alkamisajan keskiarvo oli 15.30. Datapisteiden mukaan painotettu aineiston yleisin ottelupäivä oli lauantai, jolloin pelattiin 80 % otteluista. Perjantaina pelattiin 4 % aineiston otteluista ja sunnuntaina 16 % otteluista.

Data kerättiin pelaajilta heidän arjessaan ja pelaajat olivat itse vastuussa sormuksen käyttämisestä. Näin ollen aineistossa on joitakin puuttuvia datapisteitä. Mikäli aineisto olisi ollut täydellinen, datapisteitä olisi ollut jokaisen yön osalta 98 kappaletta. Taulukossa 1 on esitetty toteutunut datapisteiden määrä.

TAULUKKO 1. Datapisteiden lukumäärä ottelua ympäröivinä öinä.

Päivä	PRE 3	PRE 2	PRE 1	POST 1	POST 2	POST 3
Datapisteiden lukumäärä	97	94	94	93	89	93

6.3 Oura-sormuksen validiteetti ja reliabiliteetti

Oura-sormuksen on havaittu mittaavan yönaikaista keskisykettä ja sykevälivaihtelua luotettavasti. Verratessa sormuksen mittaamaa dataa EKG-mittauksen tuloksiin sormuksen virhe yönaikaisessa keskisykkeessä oli -0,63 lyöntiä minuutissa ja sykevälivaihtelussa -1,2 ms. (Kinnunen ym. 2020) Myös unen keston seurannassa Oura-sormuksen keräämän informaation on havaittu olevan verrannollinen laboratoriossa suoritettavaan unitutkimukseen (PSG = polysomnografia). Oura-sormuksen havaittiin kuitenkin aliarvioivan unen kestoja ja yliarvioivan yönaikaista valveillaoloa. (Chee ym. 2021)

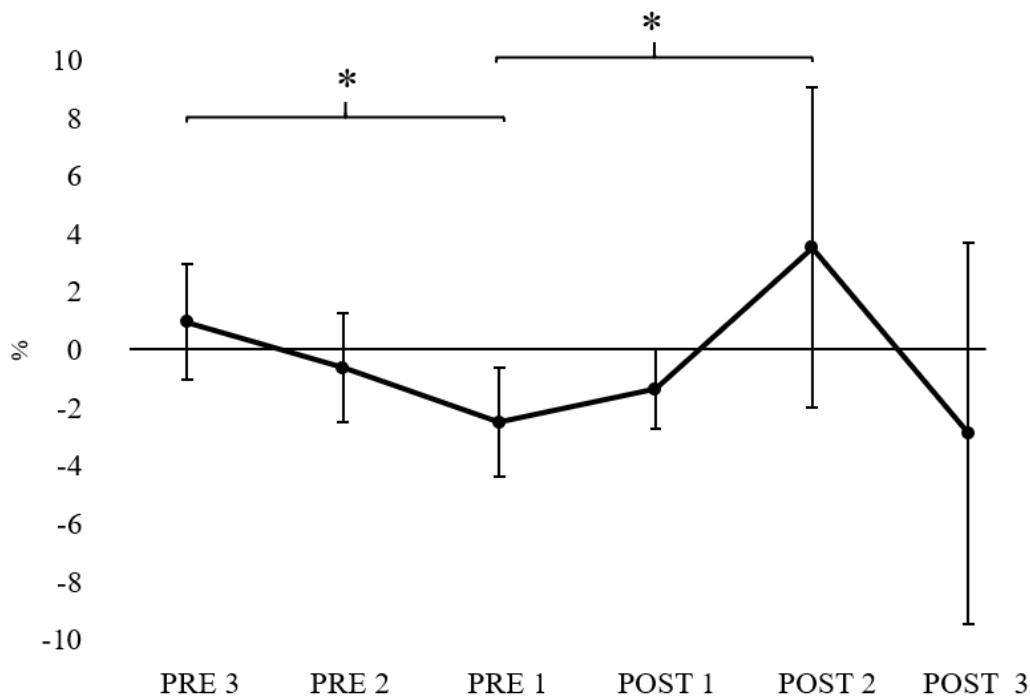
6.4 Tilastolliset analyysit

Tulosten käsittelyyn käytettiin Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelmaa (versio 2004: Microsoft Corp. Redmond, Usa) ja tilastolliset testit tehtiin IBM SPSS Statistics -ohjelmistolla (versio 26: IBM, Yhdysvallat.). Analyysissä vertailtiin ottelua ympäröivien öiden tuloksia toisiinsa muuttujakohtaisesti. Aineiston normaalijakautuvuutta tarkasteltiin Shapiro-Wilk-testillä, jolloin havaittiin, että aineiston kaikki muuttujat eivät jakaudu normaalisti. Koehenkilöiden vähäisen määrän ja aineiston normaalijakautumattomuuden vuoksi tilastoanalyysit tehtiin non-parametrisillä testeillä. Tilastollisen merkitsevyyden p-arvoksi asetettiin 0,05.

7 TULOKSET

7.1 Keskisyke

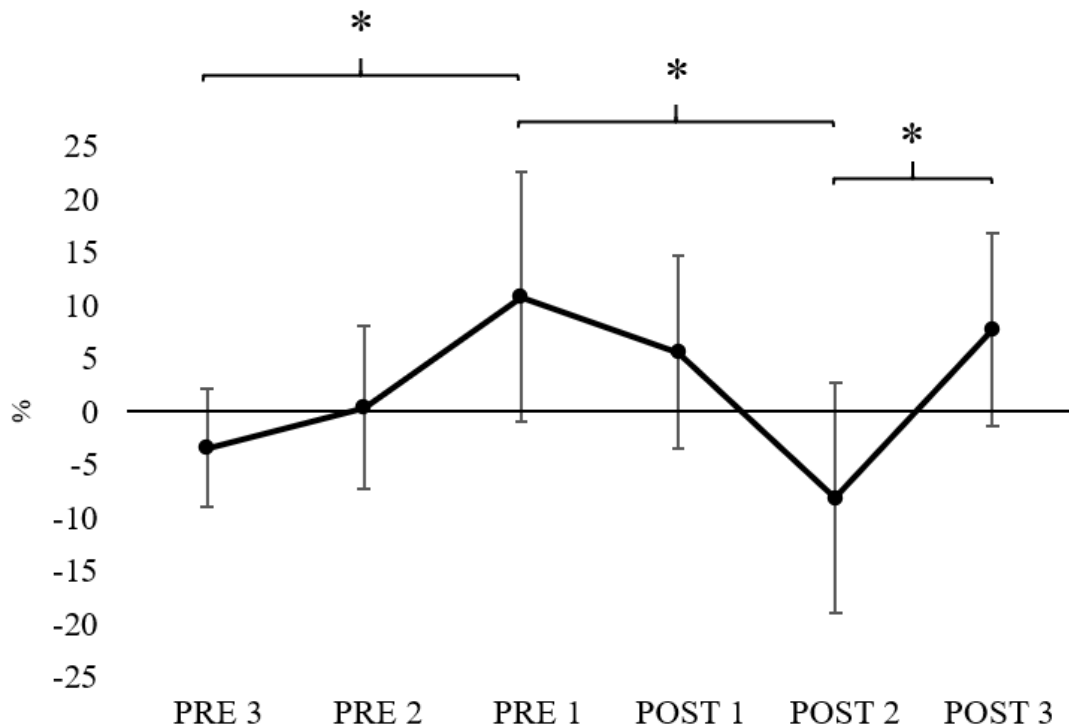
Yönaikainen keskisyke muuttui ottelua ympäröivinä öinä (kuva 3). Ottelukuormitus ei aiheuttanut muutosta yönaikaiseen keskisykkeeseen. Ottelun jälkeisen yön keskisyke oli hieman korkeampi kuin ottelua edeltävän yön keskisyke, mutta se oli edeltävän 28:n yön keskiarvoa matalampi, eikä ero näiden öiden välillä ollut tilastollisesti merkitsevä. Merkitseviä eroja oli kuitenkin muiden ottelua ympäröivien öiden välillä. Kolme yötä ennen ottelua yönaikainen keskisyke oli 1,0 % korkeampi edeltävän 28:n yön keskiarvoon verrattuna. Ottelua edeltävän yön keskisyke oli 2,5 % matalampi, kuin edeltävän 28:n yön keskiarvo ja 3,5 % matalampi kuin keskisyke kolme yötä ennen ottelua ($p = 0,008$). Ottelun jälkeisenä toisena yönä keskisyke oli korkeimmillaan, jolloin se oli 3,5 % korkeampi kuin 28:n yön keskiarvo ja 6,0 % korkeampi kuin ottelua edeltäneenä yönä ($p = 0,002$). Matalimmillaan yönaikainen keskisyke oli kolmantena yönä ottelun jälkeen, jolloin keskisyke oli 2,9 % matalampi, kuin edeltävän 28:n yön keskiarvo.



KUVA 3. Yönaikainen keskisyke ottelua ympäröivinä öinä verrattuna pelaajien henkilökohtaiseen edeltävän 28:n yön keskiarvoon. *Tilastollisesti merkitseviä tuloksia.

7.2 Sykevälivaihtelu

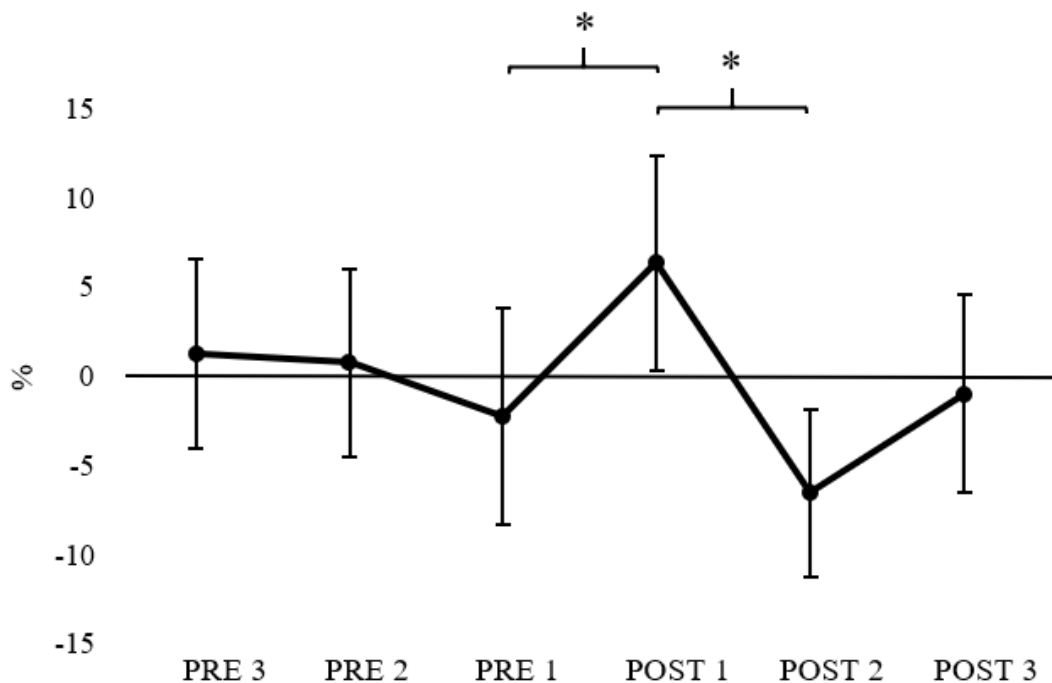
Yönaikainen sykevälivaihtelu muuttui ottelua ympäröivinä öinä (kuva 4). Ottelukuormitus ei aiheuttanut muutosta yönaikaiseen sykevälivaihteluun. Ottelun jälkeisen yön sykevälivaihtelu oli pienempää kuin ottelua edeltävän yön sykevälivaihtelu, mutta se oli edeltävän 28:n yön keskiarvoa suurempaa, eikä ero näiden öiden välillä ollut tilastollisesti merkitsevä. Merkitseviä eroja oli muiden ottelua ympäröivien öiden välillä. Kolme yötä ennen ottelua yönaikainen sykevälivaihtelu oli 3,4 % pienempää edeltävän 28:n yön keskiarvoon verrattuna. Ottelua edeltävänä yönä sykevälivaihtelu oli suurinta, jolloin se oli 10,8 % suurempaa verrattuna edeltävän 28:n yön keskiarvoon ja 14,2 % suurempaa verrattuna sykevälivaihtelun tuloksiin kolme yötä ennen ottelua ($p = 0,035$). Ottelun jälkeisenä toisena yönä sykevälivaihtelu oli pienintä, jolloin se oli 8,2 % pienempää kuin edeltävän 28:n yön keskiarvo ja 19,0 % pienempää kuin ottelua edeltäneen yön sykevälivaihtelu ($p = 0,002$). Ottelun jälkeen kolmantena yönä sykevälivaihtelu oli 7,7 % suurempaa kuin edeltävän 28:n yön keskiarvo ja 15,9 % suurempaa kuin sykevälivaihtelu ottelun jälkeisenä toisena yönä ($p = 0,035$).



KUVA 4. Sykevälivaihtelu ottelua ympäröivinä öinä verrattuna pelaajien henkilökohtaiseen edeltävän 28:n yön keskiarvoon. *Tilastollisesti merkitseviä tuloksia.

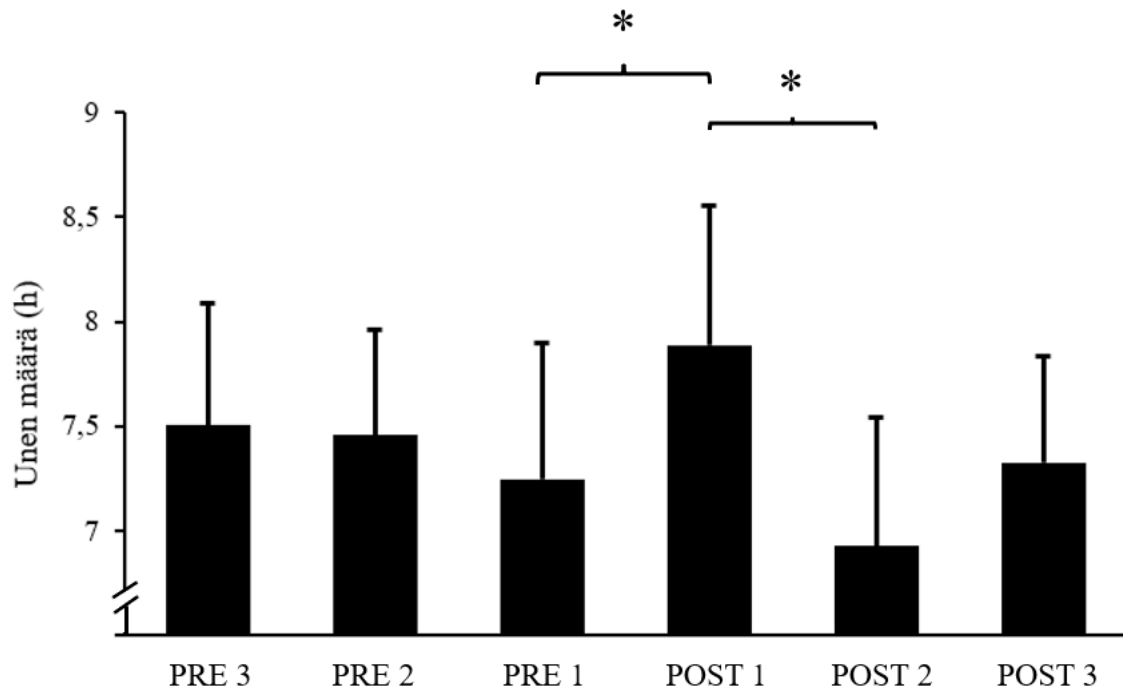
7.3 Unen kesto

Unen kesto muuttui ottelua ympäröivinä öinä (kuva 5). Ottelua edeltävänä yönä uni oli 2,2 % lyhyempi kuin edeltävän 28:n yön keskiarvo. Ottelun jälkeisenä yönä uni oli tarkastelluista öistä pisin, jolloin se oli 6,4 % pidempi kuin edeltävän 28:n yön keskiarvo ja 8,6 % pidempi kuin ottelua edeltävän yön uni ($p = 0,035$). Ottelun jälkeisenä toisena yönä uni oli lyhyin, jolloin se oli 6,5 % lyhyempi kuin 28:n edeltävän yön keskiarvo ja 12,9 % lyhyempi kuin ottelun jälkeisen yön uni ($p = 0,000$).



KUVA 5. Unen kesto ottelua ympäröivinä öinä verrattuna pelaajien henkilökohtaiseen edeltävän 28:n yön keskiarvoon. *Tilastollisesti merkitseviä tuloksia.

Unen kesto tunteina muuttui ottelua ympäröivinä öinä (kuva 6). Ottelua edeltävänä yönä uni oli kestoltaan keskimäärin 7 tuntia ja 15 minuuttia. Ottelun jälkeisenä yönä uni oli pisin, jolloin unen kesto oli keskimäärin 7 tuntia ja 53 minuuttia, joka oli 38 minuuttia enemmän kuin ottelua edeltävänä yönä ($p = 0,050$). Ottelun jälkeen toisena yönä uni oli lyhyin, jolloin sen kesto oli keskimäärin 6 tuntia ja 56 minuuttia. Ottelun jälkeiseen yöhön verrattuna ottelun jälkeisen toisen yön uni oli keskimäärin 57 minuuttia lyhyempi ($p = 0,000$).



KUVA 6. Unen kesto tunteina ottelua ympäröivinä öinä. *Tilastollisesti merkitseviä tuloksia.

8 POHDINTA

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää aiheuttaako ottelukuormitus muutoksia yönaikaiseen keskisykkeeseen, sykevälivaihteluun tai unen pituuteen naisjalkapalloilijoilla. Tuloksien perusteella voidaan havaita, että ottelukuormituksella ei ollut yönaikaista keskisykettä nostavaa vaikutusta. Yönaikainen keskisyke oli hieman kohonnut ottelun jälkeisenä yönä verrattuna ottelua edeltävään yöhön, mutta ottelun jälkeisen yön keskisyke oli edelleen matalampi kuin edeltävän 28:n yön keskiarvo. Ottelua edeltävän ja ottelun jälkeisen yön ero keskisykkeessä ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Ottelukuormitus ei aiheuttanut muutoksia yönaikaiseen sykevälivaihteluun. Yönaikainen sykevälivaihtelu heikkeni hieman ottelun jälkeisenä yönä verrattuna ottelua edeltävään yöhön, mutta tulos oli kuitenkin edeltävän 28:n yön keskiarvoa korkeampi, eikä ero näiden öiden välillä ollut tilastollisesti merkitsevä. Unen osalta hypotesimme ottelukuormituksen vaikutuksesta unen määrää lisäävästi toteutui. Uni oli merkitsevästi pidempi ottelun jälkeisenä yönä verrattuna ottelua edeltävään yöhön.

Hypoteesi, että urheilijat eivät saavuttaisi suosituksia 7–9 tunnin unen määrästä, ei toteutunut. Tutkimuksen koehenkilöt nukkuivat otteluiden ympärillä keskimäärin noin 7–8 tunnin yöunia ja saavuttivat pääosin suosituksen. Ainoastaan yhtenä yönä, ottelun jälkeisenä toisena yönä, koehenkilöt eivät saavuttaneet suositusta vähintään 7 tunnin yönistä, vaikkakin olivat hyvin lähellä, sillä keskimääräinen unen kesto oli 6 tuntia 56 minuuttia. Pääosin voidaan todeta tutkittavien saavuttavan urheilijoiden suositukset 7–9 tunnin unen määrästä.

Vaikka ottelukuormitus ei aiheuttanut muutoksia yönaikaiseen keskisykkeeseen, muiden ottelua ympäröivien öiden välillä oli merkitseviä eroja. Ottelua edeltävän yön keskisyke oli alentuneella tasolla verrattuna tuloksiin kolme yötä ennen ottelua ja verrattuna edeltävän 28:n yön keskiarvoon. Tästä voidaan päätellä elimistön olleen lepotilassa ottelua edeltävänä yönä. Harjoittelu on onnistuttu ohjelmoimaan niin, että elimistön kuormitus on pienentynyt ottelun lähestyessä ja pelaajat ovat olleet levänneitä ottelun alkaessa. Ottelun jälkeisen toisen yön keskisyke oli korkeampi kuin keskisyke ottelua edeltävänä yönä. Ottelun jälkeisen toisen yön tulokset olivat myös edeltävän 28:n yön keskiarvoa korkeammalla, joka on merkki elimistön kuormittuneisuudesta. Aineiston otteluista 80 % pelattiin lauantaisin, jolloin ottelun jälkeinen toinen yö on usein ollut sunnuntain ja maanantain välinen yö. On siis mahdollista, että havainto korkeammasta yönaikaisesta keskisykkeestä, voi selittyä koehenkilöiden muun elämän kuormituksella, eikä niinkään ottelusta syntyneellä kuormituksella, sillä ottelun jälkeisen yön

keskisyke ei ollut tilastollisesti merkitsevästi kohonneella tasolla, vaan oli jopa edeltävän 28:n yön keskiarvoa matalammalla. Ottelun jälkeisen toisen ja kolmannen yön tulosten keskihajonta on huomattavasti suurempaa kuin tulosten keskihajonta muina öinä. Tämä tarkoittaa, että yksilötasolla pelaajien fyysinen ja/tai psyykinen kuormitus on ollut hyvin erilaista ottelun jälkeisinä päivinä. Mahdollisia syitä voivat esimerkiksi olla pelaajien väliset erot harjoittelussa tai arjen kuormituksessa.

Vaikka ottelukuormitus ei aiheuttanut muutoksia sykevälivaihteluun, merkitseviä eroja oli muiden ottelua ympäröivien öiden välillä. Ottelua edeltävänä yönä sykevälivaihtelu oli suurempaa kuin edeltävän 28:n yön keskiarvo ja suurempaa kuin sykevälivaihtelu kolme yötä ennen ottelua. Tämä on merkki lisääntyneestä parasympaattisen hermoston aktiivisuudesta ja elimistön lepotilasta (Dong 2016). Näin ollen voidaan myös sykevälivaihtelun osalta todeta harjoittelun ohjelmoinnin onnistuneen, sillä pelaajien sykevälivaihtelu on suurinta juuri ennen ottelua. Ottelun jälkeisen toisen yön sykevälivaihtelu oli heikompaa kuin edeltävän 28:n yön keskiarvo ja heikompaa kuin ottelua edeltävän yön sykevälivaihtelu. Ottelun jälkeisen toisen yön heikompi sykevälivaihtelu ei välttämättä kuitenkaan kerro ottelun aiheuttamasta kuormituksesta, sillä ottelun jälkeisen yön sykevälivaihtelu oli edelleen edeltävän 28:n yön keskiarvoa korkeammalla, vaikkakin hieman matalammalla kuin ottelua edeltävän yön sykevälivaihtelu. Kuten yönaikaisen keskisykkeen osalta, sykevälivaihtelun negatiiviset muutokset ottelun jälkeisen toisen yön osalta voivat selittyä pelaajien muulla arkikuormituksella, esimerkiksi työn tai opiskelun aiheuttamalla kuormituksella. On epätodennäköistä, että ottelun jälkeisen toisen yön heikommat tulokset olisivat ainoastaan ottelukuormituksen seurausta. Ottelun jälkeisenä kolmantena yönä sykevälivaihtelu oli suurempaa kuin ottelun jälkeen toisena yönä ja suurempaa kuin edeltävän 28:n yön keskiarvo. Tämä on mielenkiintoinen havainto, sillä arkikuormituksen (työ tai opiskelu) voitaisiin olettaa olevan samansuuruinen alkuviikon arkipäivien osalta.

Ottelukuormituksella oli unen pituutta lisäävä vaikutus. Ottelua edeltävän yön uni oli lyhyempi kuin edeltävän 28:n yön keskiarvo, kun taas ottelun jälkeinen yöuni oli tarkasteltujen öiden osalta pisin ja se oli myös huomattavasti pidempi kuin edeltävän 28:n yön keskiarvo. On kuitenkin otettava huomioon muitakin unen määrän lisääntymistä selittäviä tekijöitä kuin vain ottelukuormitus. Kuten jo aiemmin todettu, yleisin ottelupäivä oli lauantai, ja on esimerkiksi mahdollista, että pelaajien ainoa fyysiseltä ja psyykkiseltä kuormitukseltaan kevyt päivä on ollut sunnuntai. Tämä voisi selittää lisääntyntä unen määrää verrattuna muihin öihin.

Otteluiden ajoittuminen iltapäivään eikä myöhäisiltaan voi myös olla yksi unen määrän lisääntymistä selittävä tekijä. Aiemmissa tutkimuksissa iltaoittelulla on ollut unen määrää ja laatua heikentävä vaikutus (Fullagar ym. 2016; Vitale ym. 2018). Päivällä pelatun ottelun jälkeen vastaavaa negatiivista vaikutusta uneen ei kuitenkaan havaittu (Fullagar ym. 2016). Keskimääräistä lyhyemmät unet ottelua edeltävänä yönä voivat selittyä mahdollisesti otteluun liittyvällä jännityksellä tai esimerkiksi aikaisella aamuerätyksellä vierasotteluun matkustamisen takia. Ottelun jälkeisenä toisena yönä uni oli lyhyempi kuin edeltävän 28:n yön keskiarvo ja merkittävästi lyhyempi kuin ottelun jälkeisen yön uni. Tätä havaintoa selittänee jo aiemmin mainittu muun elämän kuormitus ja pelaajien paluu arkeen viikonlopun jälkeen.

Ottelukuormituksella oli myös unen määrää tunneissa lisäävä vaikutus. Ottelua edeltävänä yönä uni oli tarkastelluista öistä toiseksi lyhyin, jolloin se oli 7 tuntia ja 15 minuuttia pitkä. Ottelun jälkeinen yöuni oli pisin, keskimäärin 7 tuntia ja 53 minuuttia ja se oli 38 minuuttia enemmän kuin ottelua edeltävänä yönä. Ottelulla voidaan näin ollen todeta olleen unen määrää lisäävä vaikutus, mutta edelleen huomioon on otettava jo aiemmin mainitut syyt mahdollisille pitkille yöunille ottelupäivän jälkeen. Ottelun jälkeisenä toisena yönä unen kesto oli tarkastelluista öistä lyhyin, 6 tuntia ja 56 minuuttia, ja uni oli merkittävästi lyhyempi kuin ottelun jälkeisen yön uni, johon eroa oli 57 minuuttia. Selitys löytyy todennäköisesti jo aiemmin mainitusta muun elämän kuormituksesta.

Ottelua ympäröivien öiden osalta koehenkilöiden keskimääräinen unen kesto vaihteli vajaan 7 tunnin ja vajaan 8 tunnin välillä ja pääosin koehenkilöt saavuttivat urheilijoiden suositukset vähintään 7–9 tunnin yöunista (Bird 2013). Suositus jää kuitenkin niukasti saavuttamatta ottelun jälkeisenä toisena yönä. Tulosten tulkinnassa on kuitenkin otettava huomioon unen pituuden määritelmä, joka tässä tutkimuksessa oli ajanjakso nukahtamisesta heräämiseen, josta vähennettiin yölliset valveillaolojaksot. Normaalisti unen aikana esiintyy useita lyhyitä keskeytyksiä, jolloin ihminen on valveilla, mutta harvoin edes tietoinen valveillaolostaan (Halász ym. 2004). Näin ollen, mikäli unen kesto olisi määritetty ajaksi nukahtamisesta heräämiseen, yöunet olisivat saattaneet olla ajallisesti pidemmät.

Tutkimuksessa olisi voinut olla perusteltua arvioida ja vertailla vielä ottelun jälkeisen neljännen yön tuloksia. Aiemmissa tutkimuksissa pelaajien suorituskyky on ollut alentuneella tasolla vielä 72 tuntia ottelun jälkeen (Andersson ym. 2008, Silva ym. 2018), jolloin mahdollisia muutoksia muuttujissa olisi voitu tarkastella vielä ottelun jälkeisen neljännen yön osalta. Toisaalta

pelaajien mahdollinen harjoittelukuorma olisi varmasti sotkenut tuloksia, ja muuttujien luotettavuuden arviointi kuormittumisen ja palautumisen seurannan välineenä vaatisi koehenkilöiden kuormituksen kontrollointia.

Kysymyksiä herättää, oliko vähintään 45 minuutin ottelukuormitus liian kevyt fyysinen suoritus aiheuttamaan muutoksia pelaajien yönaikaiseen keskisykkeeseen tai sykevälivaihteluun. Aiemmissa tutkimuksissa suorituksen intensiteetillä on ollut merkitystä reaktioihin yönaikaisissa sykemuuttujissa. Kovatehoisen harjoituksen on havaittu nostavan yönaikaista keskisykettä (Hynynen ym. 2010), kun taas matalatehoisen harjoituksen osalta samaa vaikutusta ei havaittu (Myllymäki ym. 2012). Tutkimuksessa rajoitteena oli aineiston suhteellisen pieni koko, jossa täyden 90 minuutin ottelukuormituksen kokeneita pelaajia oli hyvin vähän. Fyysisen kuormituksen vuorokaudenajalla on myös havaittu olevan merkitystä reaktioihin yönaikaisissa sykemuuttujissa, sillä yönaikainen keskisyke nousi kovatehoisen iltaharjoituksen jälkeen, mutta vastaavaa reaktiota ei havaittu aamuharjoituksen osalta (Costa ym. 2019; Yamanaka ym. 2015). Aineiston ottelut alkoivat keskimäärin iltapäivällä klo 15.30. Voidaan pohtia, onko otteluiden sijoittuminen iltapäivään syynä siihen, ettei ottelukuormitus aiheuttanut muutoksia yönaikaisiin sykemuuttujiin, ja olisiko otteluiden myöhäisempi aloitusaika mahdollisesti aiheuttanut muutoksia sykemuuttujiin.

Syitä ettei ottelukuormitus aiheuttanut muutoksia yönaikaisiin sykemuuttujiin voidaan hakea tutkittavien henkilökohtaisesta ottelukuormituksesta. Tutkimuksen osallistuneista pelaajista 3/13 oli pelipaikaltaan maalivahteja. Maalivahdin fyysinen kuormitus ottelusta on hyvin erilainen kuin kenttäpelaajien (West 2018). Maalivahdit kulkevat ottelun aikana noin 6 kilometrin matkan, josta noin 96 metriä on kovatehoista liikettä. Kenttäpelaajat puolestaan kulkevat ottelun aikana noin 10,2 kilometriä, josta kovatehoista liikettä on noin 680 metriä. (Martínez-Lagunas ym. 2014) Maalivahdit, kuten kenttäpelaajatkin, kokevat otteluissa fyysisen kuormituksen lisäksi psyykkistä kuormitusta, ja heidän onnistumisellaan tai epäonnistumisellaan voi olla keskeinen rooli ottelun lopputulokseen (West 2018). Psykkisen kuormittavuuden osuutta ottelun kokonaiskuormituksesta ei pidä aliarvioida.

Tutkimuksen rajoitteena voidaan pitää koehenkilöiden vähäistä määrää ($n = 13$). Dataa saatiin vain osalta joukkueen jäsenistä ja pienemmässä aineistossa yksilöiden tulokset vaikuttavat tutkimuksen tuloksiin enemmän kuin laajemmassa aineistossa. Tutkimuksen heikkoutena voidaan myös pitää puutteellista tietoa pelaajien harjoituskuormasta otteluita ympäröivinä

päivinä. Ottelua ympäröivien päivien kuormitus on voinut olla erilainen ottelusta tai yksilöstä riippuen. Nämä mahdolliset eroavaisuudet pelaajien kuormituksessa voivat vaikuttaa tutkimuksen tuloksiin.

Toisaalta tutkimuksen suorittaminen pelaajien arjessa ja kontrolloimattomissa olosuhteissa on selkeä vahvuus. Tämä asetelma vastaa todellisuutta joukkuepelaajien arjesta (pois lukien ammattiurheilijat), jolloin tuloksia voidaan katsoa enemmänkin valmennuksen näkökulmasta pelaajien kuormittumisen ja palautumisen tason seurannassa sekä siihen sopivien menetelmien löytämisestä. Tutkimuksessa vahvuutena voidaan pitää kerätyn datan luotettavuutta, sillä Oura-sormuksen on havaittu mittaavan analysoituja muuttujia luotettavasti (Chee ym. 2021; Kinnunen ym. 2020).

Aiheeseen liittyvän aiemman tutkimuksen määrä ja laatu on vaihtelevaa. Lisää tutkimusta kaivataan yönaikaisten sykemuuttujien ja kuormittumisen mahdollisesta yhteydestä toisiinsa etenkin jalkapalloilijoilta tai muilta kuormitukseltaan samankaltaisten joukkuelajien urheilijoilta. Oura-sormus tarjoaakin mielenkiintoisia mahdollisuuksia tuleviin tutkimuksiin yönaikaisten sykemuuttujien ja unen seurantaan ilman laboratoriomittauksia (Chee ym. 2021).

LÄHTEET

- Al Haddad, H., Laursen, P. B., Ahmaidi, S. & Buchheit, M. (2009). Nocturnal heart rate variability following supramaximal intermittent exercise. *International journal of sports physiology and performance*, 4(4), 435–447. doi.org/10.1123/ijsp.4.4.435
- Andersson, H., Raastad, T., Nilsson, J., Paulsen, G., Garthe, I. & Kadi, F. (2008). Neuromuscular fatigue and recovery in elite female soccer: effects of active recovery. *Medicine and science in sports and exercise*, 40(2), 372–380. doi.org/10.1249/mss.0b013e31815b8497
- Bird, S. P. (2013). Sleep, Recovery, and Athletic Performance. *Strength and Conditioning Journal*. 35(5):43–47. doi:10.1519/ssc.0b013e3182a62e2f
- Cardinale, M. & Varley, M. C. (2017). Wearable Training-Monitoring Technology: Applications, Challenges, and Opportunities. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(2), S2–55–S2–62. doi:10.1123/ijsp.2016-0423
- Castagna, C., Varley, M., Póvoas, S. C. A. & D’Ottavio, S. (2017). Evaluation of the Match External Load in Soccer: Methods Comparison. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(4), 490–495. doi:10.1123/ijsp.2016-0160
- Chee, N., Ghorbani, S., Golkashani, H. A., Leong, R., Ong, J. L. & Chee, M. (2021). Multi-Night Validation of a Sleep Tracking Ring in Adolescents Compared with a Research Actigraph and Polysomnography. *Nature and science of sleep*, 13, 177–190. doi.org/10.2147/NSS.S286070
- Costa, J. A., Brito, J., Nakamura, F. Y., Oliveira, E. M., Costa, O. P. & Rebelo, A. N. (2019). Does Night Training Load Affect Sleep Patterns and Nocturnal Cardiac Autonomic Activity in High-Level Female Soccer Players? *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 14(6), 779–787.
- Costa, J. A., Figueiredo, P., Nakamura, F. Y., Rebelo, A. & Brito, J. (2021) Monitoring Individual Sleep and Nocturnal Heart Rate Variability Indices: The Impact of Training and Match Schedule and Load in High-Level Female Soccer Players. *Front. Physiol.* 12:678462. doi: 10.3389/fphys.2021.678462
- Dijk, D. J. & Archer, S. N. (2009). Light, sleep, and circadian rhythms: together again. *PLoS biology*, 7(6), e1000145. doi.org/10.1371/journal.pbio.1000145
- Dong J. G. (2016). The role of heart rate variability in sports physiology. *Experimental and therapeutic medicine*, 11(5), 1531–1536. doi.org/10.3892/etm.2016.3104

- Force, T., Society, E., North, T. & Society, A. (1996). Guidelines Heart rate variability. *European Heart Journal*, 17, 354–381.
- Fullagar, H. H. K., Skorski, S., Duffield, R., Julian, R., Bartlett, J. & Meyer, T. (2016). Impaired sleep and recovery after night matches in elite football players. *Journal of Sports Sciences*, 34(14), 1333–1339. doi:10.1080/02640414.2015.1135249
- Guyton, A.C. & Hall, J.E. (2016). *Textbook of Medical Physiology*. 13. painos. Philadelphia, PA: Saunders Elsevier.
- Haataja, O. (2016). Sykevälivaihtelu (HRV) osa I — stressi ja palautuminen tasapainoon. Blogi. Viitattu 10.1.2022. <https://www.haataja.eu/sykevalivaihtelu-hrv/>.
- Halson, S. L. (2008). Nutrition, sleep and recovery. *European Journal of Sport Science*, 8:2, 119-126, doi: 10.1080/17461390801954794
- Halson, S. L. & Juliff, L. E. (2017). Sleep, sport, and the brain. *Progress in brain research*, 234, 13–31. doi.org/10.1016/bs.pbr.2017.06.006
- Halász, P., Terzano, M., Parrino, L. & Bódizs, R. (2004). The nature of arousal in sleep. *Journal of sleep research*, 13(1), 1–23. doi.org/10.1111/j.1365-2869.2004.00388.x
- Hynynen, E., Vesterinen, V., Rusko, H. & Nummela, A. (2010). Effects of moderate and heavy endurance exercise on nocturnal HRV. *International journal of sports medicine*, 31(6), 428–432. doi.org/10.1055/s-0030-1249625
- Kinnunen, H., Rantanen, A., Kenttä, T. & Koskimäki, H. (2020). Feasible assessment of recovery and cardiovascular health: accuracy of nocturnal HR and HRV assessed via ring PPG in comparison to medical grade ECG. *Physiological measurement*, 41(4), 04NT01. doi.org/10.1088/1361-6579/ab840a
- Kölling, S., Ferrauti, A., Pfeiffer, M., Meyer, T. & Kellmann, M. (2016). Sleep in Sports: A Short Summary of Alterations in Sleep/Wake Patterns and the Effects of Sleep Loss and Jet-Lag. *Dtsch Z Sportmed*. 67: 35-38. doi:10.5960/dzsm.2016.215
- Leeder, J., Glaister, M., Pizzoferro, K., Dawson, J. & Pedlar, C. (2012). Sleep duration and quality in elite athletes measured using wristwatch actigraphy. *Journal of Sports Sciences*, 30(6), 541–545. doi:10.1080/02640414.2012.660188
- Martínez-Lagunas, V., Niessen, M. & Hartmann, U. (2014). Women's football: Player characteristics and demands of the game. *Journal of Sport and Health Science*, 3(4), 258–272. doi:10.1016/j.jshs.2014.10.001
- Myllymäki, T., Kyröläinen, H., Savolainen, K., Hokka, L., Jakonen, R., Juuti, T., Martinmäki, K., Kaartinen, J., Kinnunen, M. & Rusko, H. (2011). Effects of vigorous late-night

- exercise on sleep quality and cardiac autonomic activity. *Journal of Sleep Research*, 20(1pt2), 146–153. doi:10.1111/j.1365-2869.2010.00874.x
- Myllymäki, T., Rusko, H., Syväoja, H., Juuti, T., Kinnunen, M.-L. & Kyröläinen, H. (2012). Effects of exercise intensity and duration on nocturnal heart rate variability and sleep quality. *European Journal of Applied Physiology*, 112(3), 801–809. doi:10.1007/s00421-011-2034-9
- Nédélec, M., McCall, A., Carling, C., Legall, F., Berthoin, S. & Dupont, G. (2012). Recovery in soccer: part I - post-match fatigue and time course of recovery. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 42(12), 997–1015. doi.org/10.2165/11635270-000000000-00000
- Nédélec, M., Halson, S., Abaidia, A. E., Ahmaidi, S. & Dupont, G. (2015). Stress, Sleep and Recovery in Elite Soccer: A Critical Review of the Literature. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 45(10), 1387–1400. doi.org/10.1007/s40279-015-0358-z
- Obal, F. & Krueger, J. M. (2004). GHRH and sleep. *Sleep Medicine Reviews*, 8(5), 367–377. doi:10.1016/j.smrv.2004.03.005
- Oliveira, R., Brito, J.P., Loureiro, N., Padinha, V., Ferreira, B. & Mendes, B. (2020). Does the distribution of the weekly training load account for the match results of elite professional soccer players? *Physiology & Behavior*, 225, 113-118. doi.org/10.1016/j.physbeh.2020.113118.
- Plews, D. J., Laursen, P. B. & Buchheit, M. (2017). Day-to-Day Heart-Rate Variability Recordings in World-Champion Rowers: Appreciating Unique Athlete Characteristics. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(5), 697–703. doi:10.1123/ijsp.2016-0343
- Porges, S. W. (1995). Cardiac vagal tone: A physiological index of stress. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 19(2), 225–233. doi:10.1016/0149-7634(94)00066-a
- Prather, A. A., Janicki-Deverts, D., Hall, M. H. & Cohen, S. (2015). Behaviorally Assessed Sleep and Susceptibility to the Common Cold. *Sleep*, 38(9), 1353–1359. doi.org/10.5665/sleep.4968
- Rabbani, A., Clemente, F. M., Kargarfard, M. & Chamari, K. (2019). Match Fatigue Time-Course Assessment Over Four Days: Usefulness of the Hooper Index and Heart Rate Variability in Professional Soccer Players. *Frontiers in physiology*, 10, 109. https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00109
- Rønnestad, B. R., Nymark, B. S. & Raastad, T. (2011). Effects of In-Season Strength Maintenance Training Frequency in Professional Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(10), 2653–2660. doi:10.1519/jsc.0b013e31822dcd96

- Shaffer, F. & Ginsberg, J. P. (2017). An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. *Frontiers in Public Health*, 5. doi:10.3389/fpubh.2017.00258
- Silva, J. R., Rumpf, M. C., Hertzog, M., Castagna, C., Farooq, A., Girard, O. & Hader, K. (2018). Acute and Residual Soccer Match-Related Fatigue: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 48(3), 539–583. doi.org/10.1007/s40279-017-0798-8
- Simpson, N. S., Gibbs, E. L. & Matheson, G. O. (2017). Optimizing sleep to maximize performance: implications and recommendations for elite athletes. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 27(3), 266–274. doi.org/10.1111/sms.12703
- Stults-Kolehmainen, M. A., Bartholomew, J. B. & Sinha, R. (2014). Chronic psychological stress impairs recovery of muscular function and somatic sensations over a 96-hour period. *Journal of strength and conditioning research*, 28(7), 2007–2017. doi.org/10.1519/JSC.0000000000000335
- Thomas, C., Jones, H., Whitworth-Turner, C. & Louis, J. (2020). High-intensity exercise in the evening does not disrupt sleep in endurance runners. *European journal of applied physiology*, 120(2), 359–368. doi.org/10.1007/s00421-019-04280-w
- Thorpe, R., Strudwick, A., Buchheit, M., Atkinson, G., Drust, B. & Gregson, W. (2015). Monitoring fatigue during the in-season competitive phase in elite soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10, 958–964. doi: 10.1123/ijsp.2015-0004
- Thorpe, R.T., Strudwick, A. J., Buchheit, M., Atkinson, G., Drust, B. & Gregson, W. (2016). Tracking Morning Fatigue Status Across InSeason Training Weeks in Elite Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(7), 947-952. doi.org/10.1123/ijsp.2015-0490
- Thun, E., Bjorvatn, B., Flo, E., Harris, A. & Pallesen, S. (2015). Sleep, circadian rhythms, and athletic performance. *Sleep medicine reviews*, 23, 1–9. doi.org/10.1016/j.smr.2014.11.003
- Vitale, J. A., Banfi, G., Galbiati, A., Ferini-Strambi, L. & Torre, A. L. (2018). Effect of Night-Game on Actigraphy-Based Sleep Quality and Perceived Recovery in Top-Level Volleyball Athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1–14. doi:10.1123/ijsp.2018-0194
- West, J. (2018). A review of the key demands for a football goalkeeper. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 13(6), 1215–1222. doi.org/10.1177/1747954118787493

Yamanaka, Y., Hashimoto, S., Takasu, N. N., Tanahashi, Y., Nishide, S., Honma, S. & Honma, K. (2015). Morning and evening physical exercise differentially regulate the autonomic nervous system during nocturnal sleep in humans. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 309(9), R1112–R1121. doi:10.1152/ajpregu.00127.2015