

Tinja Töyrylä

**URHEILUKELLOJEN HYÖDYNTÄMINEN  
KEHITTÄMISEN TUkena**



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO  
INFORMAATIOTEKNOLOGIAN TIEDEKUNTA  
2023

# TIIVISTELMÄ

Töyrylä, Tinja

Urheilukellojen hyödyntäminen kehittymisen tukena

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2023, 29 s.

Tietojärjestelmätiede, kandidaatintutkielma

Ohjaaja: Vuorinen, Jukka

Urheilukellojen käyttö on lisääntynyt nopeasti viimeisten vuosien aikana. Teknologian kehittyessä myös urheilukellojen määrä ja niiden sisältämien ominaisuuksien kirjo on laajentunut. Ominaisuuksien lisääntyminen lisää kerätyn datan määrää, milloin datan hyödyntäminen voi olla haastavaa. Kirjallisuuskatsauksena toteutetun tutkimuksen tavoitteena oli tutkia, mitä dataa urheilukellojen teknologioiden avulla pystyttiin keräämään ja miten dataa hyödynnettiin kehittymisen tukena. Tutkimusta ohjasi tutkimuskysymys, miten urheilukellojen dataa pystyttiin hyödyntämään kehityksen tukena ja miten urheilijat pystyivät jalostamaan urheilukellojen dataa heitä hyödyttäväksi tiedoksi. Tutkimuksen tulosten perusteella urheilukelloissa oli paljon erilaisia sensoreita, joiden avulla voitiin mitata esimerkiksi sydämen sykettä, sykevälinvaihtelua, matkaa ja liikettä. Urheilijat keskittyivät kuitenkin vain pieneen osaan urheilukellojen keräämästä datasta, joka kelloissa viisauden hierakiamallin mukaisilla määritelmillä oli muutettu käyttäjille ymmärrettävään muotoon informaatioksi. Urheilijoille tärkeimmiksi informaatioiksi nousi harjoittelun aikana kerätyt syketiedot, matka ja vauhti ja niitä tarkasteltiin niin harjoituksen aikana kuin vertaamalla vuosien takaisin tuloksiin. Informaation hyödyntäminen ja muuttaminen tiedoksi vaati tietotaitoa ja ymmärrystä mutta asiantuntemuksen avulla kellojen informaatiota oli mahdollista jalostaa myös tiedoksi. Informaation jalostumisessa piti ottaa huomioon myös urheilijoiden yksilöllisyys ja omat tuntemukset, joiden huomioon urheilukelloissa vaati vielä lisää kehitystä. Jotta urheilukellojen koko potentiaali saadaan käyttöön, täytyy teknologioiden luotettavuuden kasvaa ja informaation jalostumista tehostaa. Lisää tutkimusta tarvitaan urheilukellojen käytöstä, jotta saadaan lisää tietoa siitä, miten esimerkiksi teoriassa oikeisiin asioihin keskittävää unenseurantaa voitaisiin hyödyntää entistä paremmin myös konkreettisesti.

Asiasanat: Data, Puettava liikuntateknologia, Urheilukello

## ABSTRACT

Töyrylä, Tinja

Utilizing Sport Watches to Support Performance

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2023, 29 pp.

Information Systems, bachelor's thesis

Supervisor: Vuorinen, Jukka

The use of sports watches has increased rapidly in recent years. While technology has developed, also sport watches has become more efficient and the number of watches and features on them has grown. That increases the amount of data collected and it can be challenging to use it properly. The aim of this literature review was to study how the data was collected and used by athletes. The research question guiding the research was how the collected data could be used to enhance athletes' performance by processing the data into information and knowledge. Based on the results of the study, there were many different sensors in sports watches to measure for example heart rate, heart rate variable, distance, and speed. However, athletes concentrated only on a small part of the collected data. Accordingly, the DIKW-hierarchy the data shown by watches was already transformed into information that could be understood by the users. The most important information for athletes were heart rate, distance and speed and it was common that athletes examined the information during the training sessions. They also used data to compare the results in the long term, which helped them to understand how their performance had evolved. However, using the information and transforming it into knowledge, it was necessary to understand the individuality of athletes and only with the right expertise it was possible to get benefits of the sport watches. Sport watches still have unused potential. To realize the potential, more knowledge is needed, and accuracy of the technology must increase.

Keywords: Data, Sport-watch, wearable fitness technology

## **KUVIOT**

Kuvio 1 Viisauden hierarkia (Mukaiillen Rowley, 2007) .....	15
---	----

## **TAULUKOT**

Taulukko 1 Yhteenveto kerätystä datasta ja teknologioista .....	13
---	----

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVIOT JA TAULUKOT

1	JOHDANTO.....	6
2	URHEILUKELLOT JA DATA .....	8
	2.1 Puettava liikuntateknologia .....	8
	2.2 Urheilukellot.....	9
	2.3 Global Positioning System.....	9
	2.4 Sykkeen mittaus .....	10
	2.5 Unenseuranta ja palautuminen .....	11
	2.6 Harjoituskuormituksen mittaamisen käytettävät teknologiat.....	11
	2.7 Aktiivisuuden seuranta .....	12
3	DATAN JALOSTAMINEN.....	14
	3.1 Viisauden hierarkia .....	14
	3.2 Urheilukellojen datan tarkastelu viisauden hierarkian avulla .....	15
4	URHEILUKELLOJEN HYÖDYNTÄMINEN KEHITTÄMISEN TUkena	18
	4.1 Kehittämisen kolmio .....	18
	4.2 Urheilukellot harjoittelussa .....	19
	4.3 Urheilukellot palautumisen ja levon tukena .....	20
	4.4 Informaation jalostaminen tiedoksi .....	22
5	YHTEENVETO .....	24
	LÄHTEET .....	26

# 1 JOHDANTO

Puettavat teknologiat olivat Thompsonin (2021) vuosittaisessa liikuntatrendi listauksessa sijalla kaksi ja liikuntateknologian alan arvioitiin olevan yli 100 miljardin dollarin arvoinen. Vuoden 2023 samaisessa listauksessa puettavat liikuntateknologiat olivat nousseet kärkipaikalle (Thompson, 2023), joten voidaan todeta puettavien liikuntateknologioiden olevan edelleen kasvussa, eikä suosio ei näytä laantumisen merkkejä. Listauksessa puettaviksi teknologioiksi luokitellaan esimerkiksi älykellot, sykemittarit, GPS-laitteet sekä aktiivisuusrannekkeet, jotka mittaavat muun muassa sykettä, aktiivisuutta, kaloreita, askeleita ja unta (Thompson 2023).

Kuten trendilistaukset osoittavat, on puettavan teknologian käyttö lisääntynyt nopeasti ja yhä useammat käyttävät niitä arjessa ja liikuntasuorituksien mittaamisessa. Puettavien teknologioiden käyttö ei ole enää pelkästään urheilijoiden etuoikeus, vaan nykyään niitä käyttävät niin kuntoilijat kuin vähemmän liikkuvatkin. Thompsonin (2021) arvio liikuntateknologia-alan markkina-arvosta kertoo suosiosta ja markkinoiden laajuudesta. Uusia laitteita tulee jatkuvasti markkinoille, joten on tärkeää, että tutkimus seuraa perässä. Esimerkiksi urheilukelloihin on tullut viimeisten vuosien aikana monia uusia ominaisuuksia, joka mahdollistaa datan keräämisen vuorokauden ympäri, joten niiden keräämän datan hyödyntämisen tutkiminen on ajankohtaista.

Urheilukellojen datan kerääminen ei rajoitus pelkästään harjoitteluun tai palautumiseen, vaan ominaisuudet vaihtelevat valmistajan mukaan. Urheilukellojen kehityksessä on nähtävissä myös kilpavarustelua ja uusien ominaisuuksien kehittäminen on nopeaa. Siksi onkin tärkeää ymmärtää, mitä teknologioiden avulla voidaan kerätä ja mitkä ovat teknologioiden toimintaperiaatteet, eikä sokeasti luottaa urheilukellojen markkinointiin, jossa datan keräämisen hyödyt saattavat olla liioiteltuja.

Tämän kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on tutkia, miten urheilukellojen keräämää dataa voidaan hyödyntää ja tarkastella sitä, jalostuuko kerätty data urheilijoiden kehitystä ohjaavaksi tiedoksi. Tutkimuksen näkökulmaksi on valikoitunut urheilijat, koska heillä on usein myös taustalla valmentajia, jotka ymmärtävät, mitä kehittyminen vaatii ja yhdessä urheilijoiden oman kehon

tuntemuksen avulla hyötyjen saaminen voi olla mahdollista. Tätä tietämystä voi sen jälkeen jalostaa tavallisille kuntoilijoillekin ja näin saada lisää hyötyjä urheilukellojen käytöstä kaikille käyttäjryhmille.

Kirjallisuuskatsausta ohjaava tutkimuskysymys, johon kirjallisuuskatsauksen avulla pyritään vastaamaan, on:

- Jalostuuko urheilukellojen keräämää data urheilijoita hyödyttäväksi tiedoksi ja miten urheilukelloja hyödynnetään kehittymisen tukena?

Kysymykseen pyritään vastaamaan tutkimalla ensin, mitä dataa urheilukellojen sisältämien teknologioiden avulla voidaan kerätä. Kun kerätystä datasta on saatu käsitys, tutkitaan viisauden hierakiamallia hyödyntämällä, mitä kelloista saatava data mallin määritelmien mukaan on. Tämän jälkeen luvussa 4 pyritään vastaamaan kirjallisuuskatsauksen tutkimuskysymykseen, eli miten urheilukelloja voidaan hyödyntää kehittymisen tukena.

Tutkimus suoritettiin kirjallisuuskatsauksena, jonka lähteinä on käytettiin pääasiallisesti alan tieteellisiä artikkeleita ja tutkimuksia. Koska aihe on vahvasti urheiluun liittyvä, on lähteinä käytetty myös liikuntatieteiden tieteellisiä artikkeleita. Hakusanoina on käytetty muun muassa "wrist-worn wearables", "wearable technology" sekä "wrist-worn wearables in sport". Lähteiden hakukoneena on pääasiallisesti käytetty JYKDOK:ia, joka on Jyväskylän yliopiston kirjaston tietokanta, joka pitää sisällään yliopiston kirjaston painetut ja sähköiset aineistot. JYKDOK on osa Finna-hakupalvelua, josta löytyy Suomen laajuudelta kirjastojen ja museoiden arkistot. Vertaisarvioinnin tarkastelun lisäksi lähteiden valinnassa tarkastelin kriittisesti niiden luotettavuutta arvioimalla, missä lähde on julkaistu. Lisäksi tarkastelin viittausten määrää ottaen huomioon, että uusimpien lähteiden kohdalla viittausten määrä ei vaikuttanut niin selkeästi, koska tuoreimpiin lähteisiin ei ymmärrettävästi ole ehditty viitata aiempien julkaisujen tapaan.

Kirjallisuuskatsaus alkaa puettavan liikuntateknologian määritelmällä, josta edetään tarkemmin urheilukellojen määritelmään. Määritelmien tarkoituksena on antaa käsitys kirjallisuuskatsauksen aiheesta. Määritelmien jälkeen siirrytään urheilukellojen teknologioiden ja niiden keräämän datan tarkasteluun. Tiedostamalla, mitä dataa urheilukellojen avulla on mahdollista kerätä, voidaan viisauden hierarkiamallia hyödyntäen tarkastella kriittisesti, kuinka korkealle tasolle dataa voi jalostaa, ja missä muodossa urheilukellojen data käyttäjälle tarjotaan.

Luvussa 4 vastataan itse tutkimuskysymykseen käymällä ensin kehittymisen kannalta tärkeimpiä osa-alueita ja urheilukellojen käyttöä niiden tukena. Selvittämällä, miten urheilijat urheilukelloja käyttää ja mitkä ominaisuudet korostuvat heidän arjessaan, saadaan vastattua siihen, kohtaako urheilukellojen ominaisuudet urheilijoiden tarpeeseen ja kuinka laajasti urheilukellojen dataa hyödynnetään.

Luvussa 5 tehdään yhteenveto ja pohditaan kirjallisuuskatsauksen tuloksia ja mahdollisten jatkotutkimusten tarvetta.

## 2 URHEILUKELLOT JA DATA

Tässä luvussa määritellään puettavan liikuntateknologian käsite sekä puettavan liikuntateknologian käsitteen alle kuuluva urheilukello, joka tässä tutkielmassa pitää sisällään kaikki ranteessa pidettävät kellot, joita hyödynnetään urheilussa ja liikunnassa. Urheilukello-käsite sisältää siis myös aktiivisuusrannekkeet sekä älykellot. Määritelmien jälkeen käsitellään, millaisia teknologioita kelloissa on ja millaista dataa kellojen avulla voidaan kerätä.

### 2.1 Puettava liikuntateknologia

Urheilussa hyödynnetään nykyään monia teknologisia välineitä ja niiden suosio kasvaa jatkuvasti. Puettavien liikuntateknologioiden kirjo on laaja ja käsitteen alle voidaan luokitella esimerkiksi älykellot, älysormukset, aktiivisuusrannekkeet ja älyrannekkeet (Reyes-Mercado, 2018). Ometovin ym. (2021) mukaan puettavat teknologiat eivät kuitenkaan kohdistu pelkästään yhteen kehon osaan, vaan erilaisia laitteita on mahdollisuus pukea niin päähän kuin ylä- ja alavartaloonkin.

Puettavat liikuntateknologiat mahdollistavat datan keräämisen niin urheiluosuorituksen aikana kuin vuorokauden ympärikin. Esimerkkinä on aktiivisuuden mittaaminen, johon sisältyy esimerkiksi päivän askeleet, kalorin kulutus, sydämen syke ja treenikuormitus (Reyes-Mercado, 2018). Laitteiden käyttö ei kuitenkaan rajoitu pelkästään aktiivisuuden seurantaan vaan Pagen (2015) mukaan laitteita hyödynnetään usein suorituskyvyn parantamiseen, harjoitusten optimointiin, stressitekijöiden arviointiin sekä loukkaantumisen ehkäisemiseen. Kerätty data mahdollistaa niin reaaliaikaisen kuin harjoituksen jälkeisen datan tarkastelun, mikä onkin yksi puettavan teknologian hyödyistä ja syistä sen yleistymiseen. (Page, 2015) Kerättyä dataa on mahdollista tallentaa esimerkiksi älypuhelimien sovelluksiin, johon kerätty data voidaan siirtää langattomasti Bluetoothin avulla (Reyes-Mercado, 2018).



Puettavien liikuntateknologioiden datan kerääminen perustuu laitteiden sisältämiin sensoreihin, joita yhdessä laitteessa voi olla yksi tai useampia. Sensoreiden ollessa erilaisia, vaihtelee myös datan tarkkuus ja paikkansapitävyys, ja usein kalliimmat laitteet myös keräävät luotettavampaa dataa (Henriksen, 2018).

Yksi yleisimmistä puettavan teknologian välineistä ovat urheilukellot, joiden hyödyntämistä tässä kirjallisuuskatsauksessa tarkastellaan. Seuraavissa alaluvuissa käydään tarkemmin läpi urheilukellojen määritelmä ja urheilun kannalta urheilukellojen tärkeimpiä datan keräämiseen käytettäviä teknologioita.

## 2.2 Urheilukellot

Urheilukellot ovat yksi edellä käytyjen puettavien liikuntateknologioiden alakategoria, joiden käyttäjiä ovat nykyään niin urheilijoita, kuntoilijoita kuin vähemmän liikkuviakin. Urheilukellot ovat suunniteltu itse urheiluun ja niillä on monia ominaisuuksia, joita voidaan hyödyntää niin harjoittelussa kuin niiden ulkopuolellakin. Esimerkkejä urheilukelloille tyypillisistä ominaisuuksista ovat sykkeenmittaus, askelten ja aktiivisuuden mittaus, kalorinkulutus, unen seuranta ja harjoitusten tallennus (Thompson, 2021). Näiden lisäksi urheilukellot pitävät usein sisällään myös aktiivisuusrannekkeiden sekä älykellojen ominaisuuksia, mikä vaikeuttaa Henriksenin (2018) mukaan ranteessa pidettävien kellojen kategorisoimista. Siksi tässä tutkimuksessa urheilukelloilla tarkoitetaan myös älykelloja ja aktiivisuusrannekkeita, joita käytetään urheilukellojen tapaan urheilijoiden harjoittelun tukena.

Urheilukellojen tarkoituksena on siis mahdollistaa käyttäjillensä paras mahdollinen tapa mitata harjoitteluaan niin, ettei yhtään liikettä jäisi mittaamatta. Kuten muissakin puettavissa teknologioissa, myös urheilukelloissa mittaamisen mahdollistajina ovat kelloissa olevat sensorit, jotka keräävät dataa käyttäjistään, mikä voidaan prosessoida käyttäjälle ymmärrettävään muotoon. (Aroganam, Manivannan & Harrison, 2019) Datan prosessointi tapahtuu yleensä älypuheliimeen ladattavan sovelluksen avulla, johon kellon keräämä data voidaan siirtää (Ometov ym. 2021).

Seuraavissa luvuissa käydään läpi tarkemmin urheilukellojen sensoreita ja niiden keräämää dataa. Tutkimuksessa keskitytään erityisesti urheilun kannalta merkityksellisimpiin datan lähteisiin, jotka antavat tietoa harjoittelusta, suorituskyvystä ja palautuneisuudesta. Näitä ovat muun muassa GPS, syketiedot, unen seuranta ja harjoituskuormitus.

## 2.3 Global Positioning System

Global Navigation Satellite System (GNSS) eli maailmanlaajuinen sateliittinavigointijärjestelmä, on kattonimike maailman laajuiselle sateliittiverkostolle, jonka

alle kuuluu erilaisia järjestelmiä, joista ensimmäinen ja tunnetuin on GPS (Euspa, 2021). Larssonin (2003) mukaan GPS eli Global Positioning System on satelliitteihin perustuva navigointijärjestelmä, joka kehitettiin alun perin Yhdysvaltojen sotilaskäyttöön (Larsson, 2003), mutta nykyään GPS on käytössä laajasti ihmisten arjessa ja järjestelmä on siirtynyt myös urheilukelloihin. Larsson (2003) kertoo GPS-järjestelmän perustuvan ajan mittaamiseen, joka tapahtuu satelliiteissa olevien atomikellojen avulla. Atomikellot mittaavat aikaa, joka kuluu satelliittien lähettämien signaalien saapumiseen GPS-vastaanottimeen. Vertaamalla vastaanottimen ja satelliitin aikoja keskenään, voidaan laskea signaalin matka-aika. Lopullinen etäisyys satelliittiin saadaan kertomalla signaalin matka-aika valonnopeudella ja tarkka etäisyys saadaan, kun lasketaan vähintään neljän eri satelliitin etäisyys vastaanottimesta, mikä määritetään trigonometriaa hyödyntämällä. (Larsson, 2003)

GPS-paikannusjärjestelmän siirtyminen urheilukelloihin on lisännyt mahdollisuuksia datan keräämiseen ja sen hyödyntämiseen. Matkan, nopeuden, ja korkeuden mittaaminen GPS:n avulla on tehnyt GPS:stä myös yhden kuormitusta mittaavista tekijöistä (Cardinale & Varley, 2017). GPS:n avulla kerätty data mahdollistaa tarkastelun niin harjoituksen aikana kuin sen jälkeen. Esimerkiksi vauhdin ja matkan seuraaminen vähentää epätietoisuutta harjoituksen kulusta.

## 2.4 Sykkeen mittaus

Urheilijoille sykkeenmittaus on tärkeää, koska sen avulla voidaan tarkastella ja kontrolloida harjoittelun kuormittavuutta (Zhang, Pi & Liu, 2015). Useat urheilukellot voivat nykyään mitata sykkeen suoraan ranteesta teknologian kehittymisen ansiosta, eikä aikaisemmin perinteinen rinnanympärille kiinnitetty sykevyön käyttö ole enää ainoa tapa sykkeen mittaamiseen.

Biswasin, Simoes-Capelan, Van Hoofin ja Van Helleputten (2019) mukaan urheilukellojen rannesykkeenmittauksessa hyödynnetään fotopletysmografiaa eli FPG-tekniikkaa, jonka toiminta perustuu LED-valoon, jota kelloissa olevat sensorit lähettävät käyttäjän ihoon. Erivärisillä valoilla on eri aaltopituudet, mikä on otettava huomioon sykkettä mitattaessa. Yleisimmin käytetyt valot ovat vihreä ja punainen, joista jälkimmäisen aaltopituus on pidempi, ja näin alttiimpi ranteenliikkeille ja mittausvirheille. Tästä syystä monissa kelloissa käytetäänkin vihreää LED-valoa, jonka lyhyempi aallonpituus mahdollistaa tarkemmat mittaustulokset. (Biswas ym., 2019)

Bellengerin, Millerin, Halsonin, Roachin ja Sargentin (2021, s. 2) mukaan Plews ym. (2017) kertovat, että sydämen syke voidaan laskea sen perusteella, kuinka voimakkaana kellosta lähetetty LED-valo heijastuu takaisin. Sydämen lyödessä, verenvirtaus voimistuu ja ranteesta heijastuu vähemmän valoa, kun taas lyöntien välissä virtaus heikkenee ja valoa heijastuu enemmän. (Bellenger ym., 2021) Koska ranteessa oleva kello saattaa kuitenkin liikkua, ja FPG-mittaus-tekniikka on liikkeelle erittäin herkkä, on esimerkiksi Polarin urheilukelloissa mittauksen apuna toinen sensori havaitsemaan käden liikkeitä. Viemällä

molempien sensoreiden tiedot ne yhdistävään algoritmiin, saadaan selville käyttäjän tarkat syketiedot. (Polar, 2017)

## 2.5 Unenseuranta ja palautuminen

Unenseuranta ja -mittaaminen on kasvattanut suosiotaan ja yhä useammassa urheilukelloissa on mukana ominaisuuksia, joiden avulla käyttäjä voi seurata omia unitietojaan. Drillerin ym. (2023) mukaan urheilukellojen yleisin unenseurannan väline on kiihtyvyyssanturi, jonka avulla voidaan mitata unen aikana tapahtuvia liikejaksoja (Driller ym., 2023), joissa sensori tulkitsee liikkumattomuuden uneksi ja liikkeen hereilläoloajaksi (Scott ym., 2020). Liikkeeseen perustuvassa mittaus-tekniikassa on kuitenkin rajoituksia, koska unen ja hereillä olon eroa on vaikea todeta vain liikkeeseen perustuvan mittausteknologian avulla, mikä vaikuttaa mittaustekniikan luotettavuuteen (De Zambotti, Cellini, Goldstone, Colrain & Baker, 2019).

Tähän ongelmaan on kuitenkin kehitetty jo aikaisemmassa alaluvussa käsitelty FPG-teknologia, joka löytyy yhä useammista uuden sukupolven urheilukelloista. De Zambottin ym. (2019) mukaan FPG-teknikan avulla unen aikana voidaan mitata unen aikaista sykettä, sykeväliä ja sykevälinvaihtelua. Useat kellot käyttävät myös sykemittareiden ja kiihtyvyyssantureiden yhdistelmiä, jotka mahdollistavat yhä tarkemman mittaustavan, joka mahdollistaa myös unen vaiheiden mittaamisen. (De Zambotti ym., 2019)

Unen seurannasta ei kuitenkaan De Zambottin ym. (2019) mukaan ole saatavilla raakadataa, vaan algoritmit muuttavat datan kuluttajalle ymmärrettävään muotoon. Algoritmit mahdollistavat unen vaiheiden erottamisen kevyeen-, syvään- ja REM-uneen, mutta algoritmeista ja niiden toimintatavoista on erittäin vähän tietoa saatavilla ja ne voivat muuttua. (De Zambotti ym., 2019)

## 2.6 Harjoituskuormituksen mittaamisen käytettävät teknologiat

Urheilijoille on tärkeää seurata omaa kuormitustaan ja muistaa myös levätä harjoittelun välissä. Harjoituskuormitus voidaan jakaa ulkoiseen ja sisäiseen kuormitukseen ja niiden mittaamiseen voidaan käyttää monia erilaisia keinoja (Soligard ym., 2016).

Bourdonin ym. (2017) mukaan harjoituskuormitusta mitattaessa tulisi ottaa huomioon sisäisen ja ulkoisen kuormituksen yhdistelmä, joka antaa kokonaiskuovan harjoituskuormituksesta. Sisäisen kuormituksen tekijöiksi he nostavat koettun harjoitusrasituksen, sykkeen, veren laktaatin määrän ja hapenkulutuksen. (Bourdon ym., 2017) Näistä tekijöistä urheilukellojen avulla voi mitata sydämen sykettä ja koettua harjoitusrasitusta voi monissa urheilukellojen sovelluksissa arvioida harjoituksen jälkeä.

Ulkoisen kuormituksen tarkasteluun Bourdonin ym. (2017) mukaan käytetään objektiivisia mittareita, joilla voi mitata harjoituksen aikana tehtyä työtä. Ulkoiseksi kuormituksen mittareiksi he nostavat muun muassa harjoitusajan, harjoitusten määrän, kuljetun matkan, nopeuden ja toistojen määrän. (Bourdon ym., 2017) Urheilukellot vastaavatkin hyvin ulkoisen kuormituksen mittaamiseen, ja esimerkiksi GPS mahdollistaa matkan ja nopeuden mittaamisen. Harjoitusten määrää ja niihin käytettyä aikaa voi taas mitata urheilukellojen perusominaisuudella eli harjoitusten tallentamisen avulla.

## 2.7 Aktiivisuuden seuranta

Fyysisellä aktiivisuudella Caspersenin, Kennethin ja Christensonin (1985) mukaan tarkoitetaan mitä tahansa lihasten avulla tuotettua ruumiinliikettä, jonka seurauksena tapahtuu energian kulutusta. Energian kulutus kasvaa tehon lisäantäyessä ja rauhallisemmalla intensiteetillä tehty liike kuluttaa vähemmän. (Caspersen ym., 1985) Urheilukelloissa energian kulutusta kuvaamaan käytetään useimmin kilokaloreita (kcal). Fyysisellä aktiivisuudella tiedetään olevan positiivisia terveysvaikutuksia, ja monien urheilukellojen perusominaisuutena onkin aktiivisuuden seuranta, jonka mittarina voidaan käyttää esimerkiksi askelmäärää, kalorin kulutusta ja päivän aikana tulleita aktiivisuus minuuotteja.

Aktiivisuuden mittaamiseen voidaan käyttää erilaisia sensoreita, kuten askelmittareita, kiihtyvyyssantureja, sykemittareita sekä sykemittareiden ja kiihtyvyyssantureiden yhdistelmiä (Butte, Ekelund & Westerterp, 2012). Sensorien mitaustekniikat ja -tiedot eroavat toisistaan, mikä vaikuttaa niin tarkkuuteen kuin laitteiden avulla saatuun dataan, joten niiden toimintaperiaatteet on hyvä käydä lyhyesti läpi.

Askelmittareiden etuja ovat niiden pienikokoisuus, keveys ja edullisuus, mutta pelkästään askelmäärän mittaaminen ei vielä kerro kokonaisaktiivisuudesta. Mittareiden kykenemättömyys mitata noustua matkaa tai kuljettua nopeutta vaikuttavat niiden käyttöön. (Butte ym., 2012) Tiedetään, että aktiivisuuden ja kaloreiden kulutukseen vaikuttaa liikkeen teho ja nopeus, joita askelmittarilla ei voida mitata, ei aktiivisuuden mittaaminen askelmittarilla ole tarkkaa.

Kiihtyvyyssanturit taas vastaavat askelmittareiden jättämään aukkaan tehon ja nopeuden mittaamisessa. Antureiden teknologia mahdollistaa liikkeen mittaamisen kolmeen suuntaan sekä nopeuden muutoksen mittaamisen, jolloin saadaan dataa liikkeen tehosta. (Corder, Brage & Ekelund, 2007) Kuten aiemmin Caspersenin ym. (1985) fyysisen aktiivisuuden määritelmästä tuli esille, on liikkeen teholla energian kulutukseen merkittävä vaikutus, mikä puoltaa kiihtyvyyssanturin käyttöä.

Kuten aikaisemmin mainittiin, käytetään myös sensoreiden yhdistelmiä datan mittaamiseen. Sykemittarin ja kiihtyvyyssanturin yhdistäminen tuo vielä pelkän liikkeen ja nopeuden mittaamisen avuksi syketiedot, jotka kertovat liikkeen rasittavuudesta lisää. Mitä korkeampi syke on, sitä enemmän liikkeen

tuottamiseen tarvitaan energiaa. Sensoreiden yhdistelmien avulla voidaan saada vielä tarkempaa dataa aktiivisuudesta ja energian kulutuksesta.

### **Yhteenveto**

Tämän luvun tarkoituksena oli selvittää, mitä dataa urheilukellojen avulla voidaan kerätä ja mitä teknologiaa datan keräämisessä käytetään. Taulukossa 1 on kuvattu tämän kirjallisuuskatsauksen lähteiden perusteella niitä teknologioita ja dataa, joita urheilukellojen avulla voidaan kerätä. Kuten todettu, urheilukelloja tulee koko ajan lisää, joten myös kerätty data muuttuu koko ajan, mikä pitää huomioida taulukon kattavuudessa.

Taulukko 1 Yhteenveto kerätystä datasta ja teknologioista

<b>Datan keräämiseen käytetty teknologia</b>	<b>Urheilukellojen keräämä data</b>
GPS	matka, korkeus, nopeus, vauhti, ulkoinen harjoituskuormitus
Optinen sykkeenmittaus	Syke, keskisyke, maksimisyke, minimisyke, sykealueet, sisäinen harjoituskuormitus
Optinen sykkeenmittaus, kiihtyvyyssanturi	Unitiedot, unen pituus, unenvaiheet, unen aika-aset syketiedot, sykevälinvaihtelu
kiihtyvyyssanturit, optinen sykkeenmittaus, askelmittari	Aktiivisuus, askelmäärä, energiankulutus

### 3 DATAN JALOSTAMINEN

Toisessa luvussa tarkasteltiin urheilukellojen keräämää dataa ja mitä teknologioita datan keräämisessä käytetään. Tämän tarkoituksena oli esitellä, mitä urheilukellojen avulla voidaan kerätä. Tässä luvussa on tarkoitus syventää ymmärrystä siitä, mitä arkikielessä käytetty urheilukellojen avulla kerätty data oikeastaan on ja sen ymmärtämiseen käytetään tietojärjestelmätieteissä yleisesti käytettyä viisauden hierarkiamallia. Viisauden hierarkiaa hyödyntäen selvitetään myös, kuinka korkealle hierarkiatasolle kellojen dataa voi jalostaa, ja onko kelloista jo valmiiksi saatavilla muutakin kuin vain dataa.

#### 3.1 Viisauden hierarkia

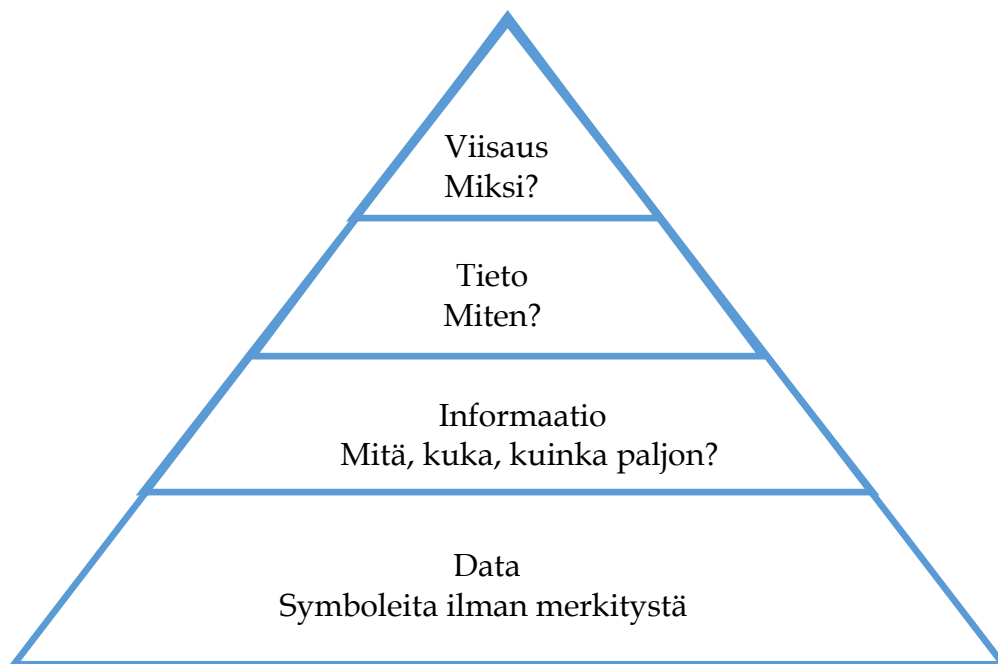
Viisauden hierarkia, englanniksi DIKW (Data-Knowledge-Information-Wisdom) -hierarkia, on Rowleyn (2007) mukaan laajasti hyväksytty ja käytetty muun muassa tietojärjestelmätieteiden kirjallisuudessa. Tietojärjestelmätieteessä hierarkiaa pidetään keskeisenä määritelmämallina, jonka avulla voidaan tehdä erottelu datan, informaation ja tiedon käsitteisiin sekä niiden selventämiseen, ottaen huomioon niiden yhteyden. Mallissa korkeimmalla tasolla on viisaus, joka usein kuitenkin jää saavuttamatta. (Rowley, 2007)

Perusajatuksena mallissa on, että aina alempaa tasoa voidaan hyödyntää seuraavan tason saavuttamiseksi. Data, joka on hierarkiamallin alimmalla tasolla, ei vielä kerro mitään ilman, että sitä tulkitaan. Datan avulla voidaan siis saavuttaa seuraava taso eli informaatio. Informaatiota oikein käyttämällä voidaan saavuttaa kolmas taso, joka on tieto. Tietoa käyttämällä voidaan taas saavuttaa viisaus. Saavutettu taso pitää sisällään myös aina hierarkian alemmat kategoriat. (Rowley, 2007)

Olennaista tasojen tunnistamisessa on niiden määritelmät. Seuraavassa luettelossa on määritelty viisauden hierarkiamallin käsitteet Ackhoffin (1989), Rowleyn (2007) ja Zelenyn (1987) määritelmiin pohjautuen:

- Data on symboleita, jotka ei itsessään vielä tiedä mitään. Data ei ole käyttökelpoista ennen kuin se on muutettu käytettävään muotoon.
- Informaatio on prosessoitua dataa, joka on muutettu käytettävään muotoon. Informaation avulla voidaan vastata kysymyksiin: mitä, kuka, missä ja milloin?
- Tieto on tietotaitoa, jonka avulla informaation voi jalostaa ohjeiksi ja käytäntöön. Tieto vaatii ymmärrystä siitä, miten informaatiota voi käyttää hyödyksi. Vastaa kysymykseen: miten?
- Viisaus on syvempää ymmärrystä, joka lisää arvoa. Vastaa kysymykseen: miksi? (Ackhoff, 1989; Zeleny, 1987; Rowley, 2007)

Seuraavassa kuviossa vielä hierarkiamallin kuvaus Rowleyn (2007) mallia mukaillen, lisättynä kysymykset, joihin tasojen avulla voidaan vastata.



Kuvio 1 Viisauden hierarkia (Mukaillen Rowley, 2007)

### 3.2 Urheilukellojen datan tarkastelu viisauden hierarkian avulla

Data on siis viisauden hierarkian määritelmien mukaan symboleita, ilman merkitystä, eikä datasta itsestään vielä voi saada informaatiota tai tietoa. Tämän perusteella voidaan todeta, että suurin osa urheilukellojen keräämästä datasta, onkin prosessoitua eli data on jo muutettu käyttäjälle ymmärrettäväksi

informaatioksi. Luvussa 2 käytiin läpi dataa, jota kellot keräävät, mutta viisauden hierarkian mukaan pitäisikin puhua datan sijaan informaatiosta. Kellot eivät siis tarjoa käyttäjilleen symboleita ilman merkitystä, vaan prosessoitua dataa, eli informaatiota esimerkiksi maksimisykkeestä, yöunien pituudesta ja kuljetusta matkasta.

Informaation jalostaminen tiedoksi Ackhoffin (1989) mukaan vaatii kuitenkin osaamista ja tietotaitoa. Tähän myös Halson (2014) kiinnittää huomiota ja nostaa esille, että urheilukellojen informaation tulkitsemiseen tarvitaan ammattitaitoa, koska urheilukellojen käyttäjät ovat yksilöitä, joiden kehot toimivat eri tavalla ja eri lajien välillä kuormituksen mittaamisessa voi olla suuriakin eroja. Hän lisää vielä, ettei myöskään vain yhden tekijän mittaamista voi pitää luotettavana. (Halson, 2014) Urheilukellojen antama informaatio, kuten syke, ei vielä tuo tietoa käyttäjällensä, jos hän ei tiedä omia sykerajojaan tai millainen intensiteetti kehittää mitään osa-aluetta. Jotta voitaisiin puhua informaation jalostumisesta tiedoksi, pitää siis hallita kokonaisuutta ja ymmärtää useiden muuttujien vaikutuksia, mikä voi pelkästään urheilukelloihin luottamalla olla vaikeaa.

Tiedosta puhuttaessa korostuu usein myös totuudenmukaisuus. Teknologiaan kohdistuu usein epäilyksiä ja mittausvirheet ovat mahdollisia, mikä näkyy myös urheilukelloja koskevissa tutkimuksissa. Esimerkiksi univaiheiden totuudenmukaisuutta mittaavan teknologian todettiin Millerin, Sargentin ja Roachin (2022) tutkimuksessa kaipaavan vielä kehitystä, eikä univaiheiden mittaamista pidetty tarpeeksi luotettavana. Myös syketietojen tarkkuutta tutkineet Gillinov ym. (2017) huomasivat syketietojen tarkkuuden vaihtelevan eri liikuntamuotoja harrastettaessa. Informaation jalostamisessa pitää siis osata ottaa huomioon mittausvirheiden mahdollisuus, mikä rajoittaa myös osaltaan urheilukellojen tuottaman informaation jalostamista tiedoksi.

Urheilukellojen informaation hyödyntäminen vaatii siis niin tietoa ihmisen toiminnasta, syy seuraussuhteista kuin ymmärrystä teknologian haavoittuvaisuudesta. Tämä vaikeuttaa informaation jalostamista tiedoksi ja vähentää urheilukelloista saatavia hyötyjä, jos ei ole ymmärrystä siitä, miten informaatiota voisi siirtää käytäntöön. Esimerkiksi unitiedot tarjoavat kyllä informaatiota, kuinka pitkään on nukkunut tai mikä sykevälinvaihtelu unen aikana on ollut, mutta jos käyttäjä ei ymmärrä tästä informaatiosta tarpeeksi, ei oikeita toimenpiteitä osata tehdä. Pelkästään urheilukellon käytöllä ei näin ollen vielä voida saada tietoa, eikä urheilukellojen avulla tällöin anneta käyttäjälle lisäarvoa.

Kuten todettua, tarvitsee urheilukellojen käyttäjä tietoa, jotta informaatiota voidaan jalostaa. Seuraavaksi tarkastellaan, kuinka hyvin urheilijat pystyvät muuttamaan kellojen informaation heitä hyödyttäväksi tiedoksi. Urheilijat ovat urheilukellojen käyttäjäryhmistä se, jotka työskentelevät oman kehonsa kanssa, joten heillä on myös todennäköisesti enemmän tietoa siitä, miten oma keho toimii. Lisäksi valmentajien osaaminen ja tuki, voi olla ratkaiseva tekijä siihen, että urheilukellojen informaatio osataan jalostaa tiedoksi, eli informaatiota voidaan käyttää urheilijaa hyödyttävästi. Seuraavassa luvussa tutkitaan sitä, miten urheilukelloja hyödynnetään urheilijoiden harjoittelun tukena ja tarkastellaan sitä, miten hyvin informaatio jalostuu tiedoksi urheilijoiden keskuudessa.





## 4 URHEILUKELLOJEN HYÖDYNTÄMINEN KEHITTÄMISEN TUKENA

Kuten aikaisemmissa luvuissa käytiin läpi, on urheilukellojen data jo jalostettu informaation tasolle, mutta informaation jalostaminen tiedoksi vaatii enemmän ymmärrystä. Informaatiosta voidaan kuitenkin saada tietoa, jos riittävää asiantuntemusta on saatavilla ja omaa kehoaan osaa myös kuunnella. Urheilijat, joille oma keho on tärkein työkalu, on usein myös eniten ymmärrystä siitä, mikä itselle on parasta ja miten oma keho reagoi rasitukseen. Taustalla vaikuttaa myös usein valmentajia, joiden ammattitaitoa hyödyntämällä urheilukellojen informaatiota on mahdollista jalostaa tiedoksi. Tässä luvussa tarkastellaankin urheilijoiden näkökulmasta, miten urheilukelloja voidaan hyödyntää kehittämisen tukena ja lopuksi pohditaan sitä, miten urheilijoiden osaamista voisi hyödyntää niin, että kellojen potentiaalista saataisiin vielä enemmän käyttöön niin urheilijoiden kuin muidenkin kuluttajien kohdalla. Ensin käydään kuitenkin läpi, mitkä ovat urheilijan kehittämisen kannalta tärkeimpiä osa-alueita, jonka jälkeen tarkastellaan urheilukellojen käyttöä näiden osa-alueiden tukena.

### 4.1 Kehittämisen kolmio

Urheilulla tässä kirjallisuuskatsauksessa tarkoitetaan tavoitteellista ja menestykseen tähtäävää kilpailullista toimintaa. Urheilussa keskeisenä osana on harjoittelu, jonka Caspersen, Kenneth ja Bowel (1985) määrittelevät olevan jäseneltyä, toistuvaa ja suunniteltua kehon liikettä, jota tehdään fyysisen kunnan kehittämiseksi tai ylläpitämiseksi. Fyysisen kunnan lisäksi on tärkeää ottaa huomioon myös henkinen puoli, joka Fisterin ym. (2015) mukaan on yhtä lailla osa menestykseen tähtäävää harjoittelua. Suunniteltujen ja systemaattisten harjoitusten onnistuessa tavoitteen mukaan, on tuloksena urheilijan suorituskyvyn ja kapasiteetin parantuminen. Määrä ei kuitenkaan aina ole avain onneen vaan liiallinen harjoittelu voi pahimmassa tapauksessa ajaa urheilijan ylikuormitustilaan. (Fister ym., 2015)

Kehittymisen kannalta tiedetään, että harjoittelun lisäksi levon ja ravinnon pitää olla tasapainossa. Näiden kolmen osa-alueen ollessa kunnossa on myös kehittyminen mahdollista ja vähentää riskiä ajautua Fisterin ym. (2015) mainitsemaan ylikuormitustilaan. Levon kannalta unen määrä on keskeisessä osassa, mutta levolla tarkoitetaan myös harjoittelusta vapaita päiviä, joka mahdollistaa kovan harjoittelun. Riittävä ravinto taas antaa energiaa ja jaksamista, sekä vähentää loukkaantumisariskia. Onnistuneet harjoitukset, kuten edellä todettiin, ovat kehityksen kannalta tärkeitä. Loukkaantumiset vähentävät terveitä harjoituspäiviä ja näin haittaavat harjoittelua, joten loukkaantumisten ehkäisy on myös urheilijan kannalta tärkeää.

Suorituskyvyn parantaminen, vammojen ehkäisy ja palautumisen seuraaminen, nousivat myös lähteitä tutkiessa urheilukellojen yleisimmiksi hyödyntämisen kohteisiksi (Adesida, Papi & McGregor, 2019; Santos-Gago ym., 2019). Tämä kertoo siitä, että urheilukelloja pyritäänkin käyttämään juuri kehittymisen tukena.

Seuraavissa kappaleissa käydään läpi, miten urheilukelloja hyödynnetään kehityksen tukena eli miten niitä käytetään harjoittelussa ja miten niiden avulla voidaan tarkastella toista kehityksen kannalta merkittävää osa-aluetta eli lepoa ja palautuneisuutta.

## 4.2 Urheilukellot harjoittelussa

Urheilukellojen puettavuus ja mukana kulkevuus on yksi harjoittelun kannalta tärkein ominaisuus. Suorituskyvyn parantamisen kannalta, kuten jo aikaisemmin kehittymisen peruspilareita läpikäydessä todettiin, on harjoituksen toteutuminen suunnitelman mukaan tärkeää. Harjoittelun aikana tähän tarpeeseen vastaa urheilukelloissa oleva sykemittari, jonka avulla urheilijat voivat mitata harjoitusten intensiteettiä, ja pitää sykkeet harjoituksen tarkoitusta palvelevalla tasolla (Fister ym., 2015). Kuten luvussa 2 todettiin, sykkeiden lisäksi intensiteettiin eli kuormittavuuteen vaikuttaa muun muassa harjoituksen kesto, sekä edetty matka ja nopeus, jotka ovat mitattavissa urheilukellojen sisältämän GPS:n avulla.

Teorian tasolla urheilukellot näyttävät vastaavan juuri siihen, mihin niiden käyttötarkoitus on alun perin suunniteltukin, jota tukee myös Clermontin, Duffet-Legerin, Hettingan ja Ferberin (2019) tutkimus, jonka mukaan juoksijoiden suurin syy laitteiden käyttöön on harjoituksen aikana kerätty data. Samanlaisia tuloksia saatiin myös Rappin ja Tirabenin (2018) tutkimuksessa, jossa haastateltiin 20 ammatti- ja amatööriurheilijaa heidän suhtautumisestaan urheilukelloihin ja niiden tuottamaan dataan. Tutkimuksen mukaan data, jota yleisimmin ammattiuurheilijat harjoittelun aikana keräsivät ja tarkastelivat, olivat syke, matka, vauhti ja nopeus. (Rapp & Tirabeni, 2018)

Tholanderin ja Nylanderin (2015) toteuttamassa kestävyysurheilijoiden haastattelututkimuksessa urheilijoiden vastauksista tärkeimmäksi muuttujaksi nousi syketiedot. Syketietojen tarkastelua perusteltiin juuri harjoituksen intensiteetillä, eli pitämällä sykkeet halutulla alueella, voidaan harjoituksesta tehdä

omia tavoitteita optimaalisesti palveleva (Tholander & Nylander, 2015). GPS:n rooli Tholanderin ja Nylanderin (2015) tutkimuksessa ei noussut niin korkealle, kuin Rappin ja Tirabenin (2018) tutkimuksessa, joka kuvastaa käyttäjien yksilöllisyyttä ja sitä, että urheilukellojen käyttäjien kokemana hyödyllisyys voi vaihdella. Teknologia on voinut myös kehittyä kolmen vuoden aikana merkittävästi, mikä voi olla osasyynä tutkimusten eroihin.

Edellä käytyjen tutkimusten mukaan, harjoittelun aikana kerätty data, joka on kelloissa jo valmiiksi informaatioksi muutettu, keskittyy yleisimmin siis syketietoihin ja GPS:n avulla kerättyyn matkaan, nopeuteen ja vauhtiin. Kellojen käyttö ja informaation tarkastelu ei kuitenkaan rajoitu vain harjoittelun aikaisiin tapahtumiin, vaan Hahmin ym. (2022) tutkimuksessa havaittiin, että ennen harjoitusta on tavallista asettaa tavoitteet harjoitukselle ja tämän perusteella valita kellosta oikeaa lajia vastaava harjoitusmuoto, sekä harjoittelun jälkeen tarkastella harjoittelun aikana saatua informaatiota. Urheilijoilla on jo valmiiksi tarkat harjoitusohjelmat, joten tavoitteiden asettamisen ja harjoituksen muodon valinta ei todennäköisesti aiheuta ongelmia, mutta harjoituksesta saadun informaation tarkastelun harjoituksen jälkeen voisi ajatella kiinnostavan urheilijoita.

Sekä Tholanderin ja Nylanderin (2018) että Rappin ja Tirabenin (2015) tutkimuksissa heti harjoittelun jälkeen saatavilla ollut informaatio ei kuitenkaan ollut keskeisimmässä osassa. Urheilijat molemmissa tutkimuksissa kertoivat heille tärkeämmäksi tarkastella aiempia, jopa monien vuosien takaisia tuloksia. Tulosten vertailu keskenään auttaa urheilijoita ymmärtämään syvällisemmin tulosten taakse ja antaa lisää tietoa siitä, mihin suuntaan kunto on kehittymässä. (Tholander & Nylander, 2018; Rapp & Tirabeni, 2015) Urheilijoille näyttääkin olevan tärkeää tulosten varastointi ja vertailu, jonka Ometovin ym. (2021) mukaan mahdollistaa urheilukellojen valmistajien omat puhelimiin ladattavat applikaatiot tai vaihtoehtoisesti varastointi suoraan tietokoneelle.

Harjoittelun aikana saatu data näyttää urheilijoilla ensisijaisesti keskittyvän intensiteetin ja kuormittavuuden seuraamiseen, tärkeimpinä mittareina syke, matka, nopeus ja vauhti. Lisäksi nousi esille tulosten vertailu ja kokonaiskuvan hahmottaminen. Harjoittelu ei kuitenkaan yksin ole avain suorituskyvyn kasvuun, kuten aikaisemmin todettiin, vaan lepo ja ravinto tulee myös ottaa huomioon. Tarkastellaan seuraavaksi, miten urheilukellojen dataa hyödynnetään palautumisen ja levon tehostamisessa.

### **4.3 Urheilukellot palautumisen ja levon tukena**

Jotta onnistuneesta harjoituksesta saadaan haluttu hyöty, täytyy palautumisen olla myös kunnossa. Palautumisessa keskeisessä osassa on uni, jonka aikana kehitys tapahtuu. Esimerkiksi Watsonin (2017) mukaan unen laadun parantumisen ja yönunen pidentymisen on huomattu johtavan positiivisiin vaikutuksiin reaktioaikaan, tarkkuuteen ja suorituskykyyn. Siksi onkin tärkeää, että urheilijat nukkuvat tarpeeksi ja uniongelmiin voidaan puuttua. Tähän tarpeeseen urheilukellot pyrkivät vastaamaan unen ja palautumisen seurannan avulla, jota esiteltiin

luvussa 2.5. Kerätty data antaa informaatiota muun muassa syketiedoista, sykevälistä ja -vaihtelusta, uniajasta ja unen vaiheista.

Sykevälinvaihtelua pidetään yleisesti hyvänä välineenä mittaamaan urheilijoiden sopeutumista harjoitteluun. Mitattujen arvojen muuttumisesta voidaan tehdä johtopäätöksiä urheilijan palautumisesta ja siitä, miten harjoittelu on vaikuttanut urheilijaan, mutta arvojen muutoksen analysointi vaatii yksilöllistä tarkastelua. (Plews ym., 2013) Informaation jalostaminen tiedoksi vaatii siis niin urheilijalta kuin valmentajaltakin tietoa siitä, miten juuri oma keho toimii, joten ilman ymmärrystä ei unitiedot tarjoa urheilijallekaan tietoa.

Kuten sykevälinvaihtelua, myös sykettä pidetään palautumisen ja kuormituksen seuraamisessa tärkeänä muuttujana (Halson, 2014). Urheilukelloissa sykettä ja sykevälinvaihtelua mittaamalla kelloissa olevat algoritmit voivat antaa esimerkiksi arvion palautuneisuudesta, jonka perusteella ne voivat ehdottaa heikkojen yöunien jälkeen pitämään kevyen harjoituspäivän (Driller ym., 2023) Heikoilla unilla voi olla yhteys loukkaantumisiin (Watson, 2017), joten sen tiedostaminen voi auttaa myös vammojen ehkäisyssä.

Driller ym. (2023) muistuttavat kuitenkin, ettei kaikki urheilukelloilla mitattava data ole aina luotettavaa. Monet tutkimukset ovatkin keskittyneet mitaustarkkuuteen ja luotettavuuteen. Esimerkiksi Miller, Sargent ja Roach (2022) toteavat tutkimiansa urheilukellojen unitietojen, sykkeen ja sykevälinvaihtelun kaipaavan vielä parannusta, eikä tiedot vielä vastanneet laboratoriokäytössä olevia laitteiden tarkkuutta. He kuitenkin toteavat, että kokonaiskuvan kannalta urheilukellojen tarjoamaa informaatiota voi pitää suuntaa antavana, kunhan muistaa, ettei yksittäisistä mitaustuloksista voi tehdä suuria johtopäätöksiä. (Miller ym. 2022) Samalla linjalla ovat myös Nuutila, Korhonen, Laukkanen ja Kyröläinen (2022), joiden mukaan Polar Vantage V2 -urheilukellon syke ja sykevälinvaihteluun käytettyä FPG-tekniikkaa voidaan tulosten perusteella pitää riittävän tarkkana pitkäaikaisessa seurannassa oikein tulkittuna, vaikka yksittäiset tulokset poikkesivatkin hieman tutkitusti tarkasta sykesensorista. (Nuutila ym. 2022) Unitietoja ja sykevälinvaihtelua seurattaessa tuleekin huomioda mitaustarkkuus, eikä yksittäisiä muutoksia saa ottaa liian vakavasti. Jos käyttäjä ei tiedosta mitausvirheiden mahdollisuutta, voi informaatiolla olla negatiivisia vaikutuksia.

Halson (2019) nostaa esille stressitekijöitä, joiden on huomattu vaikuttavan unen laatuun. Esimerkiksi myöhäiset harjoitukset, kilpailuaikataulut, kilpailujännitys ja stressi voivat vaikuttaa urheilijoiden uneen. Jatkuva unitietojen seuraaminen voi aiheuttaa myös turhaa stressiä, jolloin unitietojen mittaamisesta koituu enemmän haittaa kuin hyötyä. Näin voi tapahtua vaikka juuri ennen tärkeää kilpailua. Jos kilpailujännitys vaikeuttaa nukkumista ja aamulla vielä toteaa kellonkin ilmoittavan huonosti nukutusta yöstä, se voi vaikuttaa kilpailuun valmistautumiseen ja suoritukseen. (Halson, 2019) Tämän perusteella voikin todeta, että unenmittaaminen ei ole yksiselitteisesti avain onneen, vaan pitää osata myös tunnistaa, milloin mittaaminen tukee omia tavoitteitaan.

Unen lisäksi palautumisessa tulee ottaa huomioon myös urheilijan kuormitus, jonka tekijöitä luvussa 2.6 esiteltiin. Bourdon ym. (2017) nostaa esiin harjoituskuorman tuomat mahdollisuudet oikein mitattuna. Jos kuormaa voidaan

mitata yksilöidysti, tarkasti ja luotettavasti, sisäiset ja ulkoiset tekijät huomioiden, on kuorman seurannan avulla mahdollista tehdä parempia treeniohjelmia, lisätä tietoa siitä, miten treenit ja kilpailut vaikuttavat yksilöön, parantaa suorituskykyä ja vähentää loukkaantumisia ja sairastumisia. (Bourdon ym., 2017) Urheilukellojen valmistajat ovatkin kehittäneet erilaisia keinoja harjoituskuorman mittaamiseen, mutta niitä on kuitenkin kyseenalaistettu. Cardinale ja Varley (2017) toteavat, että vaikka sisäisiä ja ulkoisia kuormitustekijöitä voidaan mitata suhteellisen tarkasti, tutkimus ja käytäntö keskittyy usein vain siihen, mikä on helppo mitata, eikä yksilön tarpeita oteta huomioon riittävästi. Halson (2014) harjoituskuorman mittaamisesta kertovassa artikkelissaan, nostaakin esille yksilöiden ja lajien eroavaisuudet, joiden huomioiminen nykyisten teknologioiden avulla voi olla haastavaa. Mitattavat tekijät vaikuttavat myös kuormituksen ymmärtämiseen, eikä vain yhden tekijän mittaamisella saada täysin luotettavia tuloksia. (Halson, 2014) Henkinen kuorma pitää ottaa myös huomioon, koska se vaikuttaa kokonaiskuormitukseen, mutta sitä on kuitenkin vaikeaa mitata urheilukellojen avulla. Esimerkiksi aktiivisuuden mittaaminen ei ota huomioon sitä, kuinka kuormittavaa arki on henkisesti, vaan se keskittyy vain liikkeen tunnistamiseen. Halsonin (2014) mukaan onkin tärkeää muistaa, ettei kuormituksen mittaaminen ja arviointi vielä takaa suorituskyvyn kasvua.

Unitietojen ja kuormituksen seuraamisen hyödyntämisestä urheilussa urheilukellojen avulla on kuitenkin vielä vain vähän tutkimusta, eikä Rappin ja Tirabenin (2018) tutkimuksen perusteella, jossa haastateltavat kertoivat jättävänsä unitietojen tarkastelun, voi tehdä vielä johtopäätöksiä suuntaan tai toiseen. Lisää tutkimusta tarvitaan, mutta edellä käytyjen hyötyjen perusteella urheilukelloilla on potentiaalia myös urheilijoiden unenseurannan välineenä.

#### **4.4 Informaation jalostaminen tiedoksi**

Tarkastellessa, miten urheilukelloja hyödynnetään harjoittelussa, unen seurannassa kuin kuormituksen seurannassa nousi esille se, että tuloksista ei voi saada maksimaalista hyötyä, jos tuloksia ei osata tulkita. Viisauden hierarkian mukaan tällöin urheilukellojen informaatio ei jalostu tiedoksi, mikä vaikuttaa myös urheilukellojen hyödyntämisessä. Halson (2014) nosti esille ammattitaidon tärkeyden harjoituskuormitusta tarkasteltaessa ja Plews ym. (2013) sykevälinvaihtelun tarkastelun olevan turhaa, jos ei tiedetä mitä luvut ja arvot kertovat. Eli pelkääntään urheilukellojen käyttö ei vielä tuo tietoa. Urheilussa urheilukellot tarjoavatkin siis välineen informaation keräämiseen, mutta tiedon jalostaminen on käyttäjän ja taustajoukkojen osaamisesta riippuvaa. Kuten luku 2 osoittaa, on urheilukelloissa paljon ominaisuuksia, mutta urheilussa niiden hyödyntäminen keskittyy vielä vain murto-osaan kerätyistä, kuten Rappin ja Tirabenin (2018) tutkimus osoitti. Urheilijat eivät myöskään sokeasti luottaneet teknologiaan vaan heille oman kehon kuuntelu oli tärkeää. Toisaalta omia tuntemuksia kuuntelemalla ja peilaamalla niitä kellon näyttämään informaatioon, pystyivät niin Tholanderin ja Nylanderin (2015) kuin Rappin ja Tirabenin (2018) haastattelemat

urheilijat saamaan tietoa omasta kunnostaan ja reagoimaan tarvittaessa harjoitteluun.

Harjoitusten tallentaminen ja varastointi näytti myös olevan tärkeä ominaisuus, jonka avulla oli mahdollista saada tietoa urheilijoiden suorituskyvystä. Tallennettujen harjoitusten tarkastelulla pitkällä aikavälillä oli mahdollista saada tietoa siitä, miten tehdyt harjoitukset ovat tukeneet kehittymistä ja mikä on toiminut ja toisaalta mikä ei. Pitkäaikaisen informaation tarkastelun ja ammattilaisten tietotaidon avulla on siis mahdollista urheilukellojen avulla saada tietoa kehityksestä ja harjoittelun vaikutuksista.

Harjoittelussa urheilukelloilla näyttäisi olevan suurempi rooli kuin unen seurannassa. Unitietojen osalta informaatio ei tämän kirjallisuuskatsauksen mukaan jalostunut niin hyvin tiedoksi kuin niiden potentiaalilla olisi mahdollista. Kuitenkin mittaustulosten tarkkuuden kehittyessä ja näin luotettavuuden kasvaessa, voi unitietojen hyödyntäminen ja informaation jalostaminen tiedoksi kuitenkin lisääntyä. Lisäksi lisää tutkimusta tarvitaan kuitenkin vielä unitietojen käytöstä urheilussa konkreetian tasolla, vaikka teoriassa ne vastaavatkin juuri niihin tarpeisiin, mitä unitiedoilta odotetaan.

## 5 YHTEENVETO

Kuten Thompsonin (2023) trendilistaus osoittaa, voidaan todeta urheilukellobisneksen olevan kovaa ja uusia kelloja saapuu markkinoille jatkuvasti. Tämä lietsoo myös kilpavarustelua ja ominaisuuksien hyödyt ja hyödyntäminen saattavat hämärtyä. Kirjallisuuskatsausta ohjaava tutkimuskysymys oli:

- Jalostuuko urheilukellojen keräämää data urheilijoita hyödyttäväksi tiedoksi ja miten urheilukelloja hyödynnetään kehittymisen tukena?

Tähän kysymykseen pyrittiin vastaamaan käymällä ensin läpi niitä ominaisuuksia, joita voitiin hyödyntää kehityksen tukena ja selvittää, mitä urheilukellojen teknologioiden avulla voidaan kerätä. Koska arkikielessä data sekoittuu yleensä tietoon, käytettiin viisauden hierarkiamallia käsitteiden määritelmien ymmärtämiseen ja erottamiseen. Viisauden hierarkiamallin avulla selvisi, että urheilukellojen keräämä data onkin jo muutettu käyttäjille ymmärrettävään muotoon eli informaatioksi, mutta tiedoksi jalostuminen pelkästään kellojen avulla oli haastavaa. Jotta kellojen antamaa informaatiota voitiin jalostaa tiedoksi, tarvittiin siihen ammattitaitoa ja ymmärrystä ihmiskehon toiminnasta. Lisäksi käyttäjien yksilöllisyys oli otettava huomioon tiedon jalostumisessa.

Kirjallisuuskatsauksessa käsiteltiin urheilijoiden näkökulmasta sitä, miten urheilukelloja voitiin hyödyntää urheilijoiden kehittymisen tukena. Jotta kehittyminen on mahdollista, oli niin harjoittelun, levon kuin ravinnonkin oltava kunnossa. Urheilukellojen käyttöä harjoittelussa ja palautumisessa käytiin läpi niin teorian kuin urheilijoidenkin näkökulmasta, joiden tarkoituksena oli tutkia sitä, miten urheilijat hyödyntävät urheilukelloja kehittymisen tukena ja pystyvätkö he muuttamaan urheilukellojen informaation kehityksen kannalta tärkeäksi tiedoksi. Harjoittelussa informaation jalostuminen tiedoksi oli mahdollista hyvän itsetuntemuksen, pitkäaikaisten tulosten tarkastelun ja ammattitaitoisten taustajoukkojen avulla, mutta unenseurannasta ei ollut vielä tarpeeksi tutkimusta siitä, kuinka konkreettisesti informaatiota pystyttiin jalostamaan tiedoksi. Urheilukellojen unenseuranta ja unen aikana mitattu data kuitenkin vaikutti vastaavan teorian tasolla niihin kysymyksiin, jotka unen ja palautumisen kannalta ovat



tärkeitä. Jotta unenseurannan teoria siirtyisi myös konkretian tasolle, tulee kellojen mittaustarkkuutta ja luotettavuutta vielä kehittää, ja seurannassa muistaa aina yksilöiden eroavaisuudet.

Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että urheilukellojen käyttö itsessään ei vielä paranna suorituskykyä, ehkäise vammoja tai kerro palautuneisuudesta, vaan kellojen käyttäjien on osattava tulkita kellojen informaatiota. Kirjallisuuskatsausta tehdessä huomattiin tutkimuksien vähyys siitä, miten urheilijat näkevät urheilukellojen ominaisuuksien hyödyllisyyden. Lähteiden vähyys, urheilijoiden yksilöllisyys ja käytettyjen tutkimuksien keskittyminen vain GPS:n ja sykemittareiden käyttöön, tulee huomioida tulosten tarkastelussa. Unitieto-, kuormittuneisuus- ja aktiivisuusominaisuuksien hyödyntämisestä urheilijoiden keskuudessa ei myöskään löytynyt lähteitä, joten niiden käytöstä ei voi tehdä kirjallisuuskatsauksen perusteella vielä johtopäätöksiä suuntaan tai toiseen. Jotta urheilukellojen kokonaisvaltaisesta hyödyntämisestä saataisiin vielä lisää tietoa, pitää tutkimuksia tehdä enemmän myös konkretian tasolla, eikä keskittyä pelkästään siihen, mihin teoriassa ominaisuuksien avulla pystytään vastaamaan.

Urheilukelloilla voidaan sanoa kirjallisuuskatsauksen perusteella olevan vielä käyttämätöntä potentiaalia. Jotta luvussa 2 käydyt teknologiat ja niiden keräämä data voitaisiin ottaa laajemmin käyttöön, vaati teknologia vielä mittaus-tarkkuuden kehittymistä ja lisää ymmärrystä siitä, mitä kerätty data ja kellojen informaatio tarkoittavat. Urheilukellot ovat kuitenkin hyviä apuvälineitä, mutta ainakaan vielä niitä ei tutkimuksen perusteella voida pitää valmentajien korvaajana. Tavallisille käyttäjille tämä tarkoittaa sitä, että kelloihin ei kannata luottaa sokeasti, eikä kellojen tuottamaa informaatiota kannata ottaa liian vakavasti.

Kirjallisuuskatsauksen perusteella voidaan sanoa, että urheilukelloilla on hyötyjä ja mahdollisuuksia urheilijoiden arjen apuvälineenä mutta niiden hyödyntämistä voidaan vielä tehostaa. Urheilukellojen valmistajat mainostavat kellojaan korulausein ja ominaisuuksien kehittäminen on nopeaa, mutta pelkillä ominaisuuksilla ja informaatiolla käyttäjät eivät kuitenkaan tee mitään, jos ei ole suurempaa ymmärrystä siitä, mitä informaatiolla tekee. Lisää tutkimusta tarvitaan myös siitä, miten urheilijat oikeasti hyödyntävät urheilukellojen ominaisuuksia ja keräämää dataa.

Urheilijoiden toisaalta tiedetään olevan varovaisia jakamaan omaa tietämystään, koska se voi antaa kilpailijoille kilpailuetua ja tietoa, jota voi käyttää kilpailuissa omaksi hyödykseen. Olisiko kuitenkin mahdollista saada jo lopettaneilta urheilijoilta tietoa, miten he ovat hyödyntäneet urheilukelloja ja teknologiaa, jolloin myös tietämys datan analysoinnista ja käytöstä yleistyisi?

Teknologian kehittyessä nopealla tahdilla, myös urheilukellot ja niiden käyttämät teknologiat tulevat uudistumaan, mikä voi tarjota vieläkin tarkempia mittaustuloksia. Mittaustarkkuuden parantuminen vaikuttaa positiivisesti urheilukellojen luettavuuteen ja käyttömahdollisuuksiin. Onkin tärkeää, että tutkimus pysyy kehityksen perässä ja uusia ominaisuuksia ja niiden hyödyntämistä urheilussa tutkitaan myös jatkossa.

## LÄHTEET

- Ackoff, R. L. (1989). From data to wisdom, *Journal of Applied Systems Analysis* 16 3–9.
- Arogamam, G., Manivannan, N. & Harrison, D. (2019). Review on wearable technology sensors used in consumer sport applications. *Sensors*, 19(9), 1983.
- Biswas, D., Simões-Capela, N., Van Hoof, C. & Van Helleputte, N. (2019). Heart rate estimation from wrist-worn photoplethysmography: A review. *IEEE Sensors Journal*, 19(16), 6560-6570.
- Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gatin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., Gabbet, T., Coutts, A., Burgess, D., Gregson, W. & Cable, N. T. (2017). Monitoring Athlete Training Loads: Consensus Statement. *International journal of sports physiology and performance*, 12(2), 2-161.
- Butte, N. F., Ekelund, U. & Westerterp, K. R. (2012). Assessing Physical Activity Using Wearable Monitors: Measures of Physical Activity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(1), 5-12
- Caspersen, C. J., Powell, K. E. & Christenson, G. M. (1985). Physical Activity, Exercise, and Physical Fitness: Definitions and Distinctions for Health-Related Research. *Public Health Reports*, 100(2), 126–131.
- Cardinale, M. & Varley, M. C. (2017). Wearable training-monitoring technology: applications, challenges, and opportunities. *International journal of sports physiology and performance*, 12(2), 2-55.
- Clermont, C. A., Duffet-Leger, L., Hettinga, B. A. & Ferber, R. (2020). Runners' Perspectives on 'Smart' Wearable Technology and Its Use for Preventing Injury. *International Journal of Human-Computer interaction*, 36(1) 31-40.
- De Zambotti, M., Cellini, N., Goldstone, A., Colrain, I. M. & Baker, F. C. (2019). Wearable Sleep Technology in Clinical and Research Settings. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 51(7), 1538.
- Driller, M. W., Dunican, I. C., Omond, S. E. T., Boukhris, O., Stevenson, S., Lambing, K. & Bender, A. M. (2023). Pyjamas, Polysomnography and Professional Athletes: The Role of Sleep Tracking Technology in Sport. *Sports*, 11(1), 14.
- Euspa (2021, 3. joulukuuta). European Union Agency for the Space Programme: What is GNSS? Haettu 4.5.2023 osoitteesta <https://www.euspa.europa.eu/european-space/eu-space-programme/what-gnss>
- Fister, I., Rauter, S., Yang, X.-S., Ljubič, K. & Fister, I. (2015). Planning the sports training sessions with the bat algorithm. *Neurocomputing*, 149, 993–1002.

- Hahm, J., Choi, H., Matsuoka, H., Kim, J. & Byon, K. K. (2023). Understanding the relationship between acceptance of multifunctional health and fitness features of wrist-worn wearables and actual usage. *International Journal of Sports Marketing and Sponsorship*, 24(2), 333–358.
- Halson, S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports medicine*, 44(2), 139-147.
- Halson, S. L. (2019). Sleep monitoring in athletes: motivation, methods, miscalculations and why it matters. *Sports Medicine*, 49(10), 1487-1497.
- Henriksen, A., Mikalsen, M. H., Woldaregay, A. Z., Muzny, M., Hartvigsen, G., Hopstock, L. A. & Grimsgaard, S. (2018). Using fitness trackers and smartwatches to measure physical activity in research: analysis of consumer wrist-worn wearables. *Journal of medical Internet research*, 20(3), e110.
- Larsson, P. (2003). Global Positioning System and Sport-Specific Testing. *Sports Medicine*, 33(15), 1093–1101.
- Miller, D. J., Sargent, C. & Roach, G. D. (2022). A Validation of Six Wearable Devices for Estimating Sleep, Heart Rate and Heart Rate Variability in Healthy Adults. *Sensors*, 22(16), 6317.
- Nuuttila, O.-P., Korhonen, E., Laukkanen, J. & Kyröläinen, H. (2022). Validity of the Wrist-Worn Polar Vantage V2 to Measure Heart Rate and Heart Rate Variability at Rest. *Sensors*, 22(1), 137.
- Ometov, A., Shubina, V., Klus, L., Skibińska, J., Saafi, S., Pascacio, P., Flueratoru, L., Gaibor, D. Q., Chukhno, N., Chukhno, O., Ali, A., Channa, A., Svertoka, E., Qaim, W. B., Casanova-Marqués, R., Holcer, S., Torres-Sospedra, J., Casteleyn, S., Ruggeri, G., Araniti, G., Burget, R., Hosek, J & Lohan, E. S. (2021). A Survey on Wearable Technology: History, State-of-the-Art and Current Challenges. *Computer Networks*, 193, 108074.
- Page, T. (2015). Applications of Wearable Technology in Elite Sports. *I-Manager's Journal on Mobile Applications and Technologies*, 2(1), 1–15.
- Plews, D. J., Laursen, P. B., Stanley, J., Kilding, A. E. & Buchheit, M. (2013). Training Adaptation and Heart Rate Variability in Elite Endurance Athletes: Opening the Door to Effective Monitoring. *Sports Medicine*, 43(9), 773–781.
- Plews, D. J., Scott, B., Altini, M., Wood, M., Kilding, A. E. & Laursen, P.B. (2017). Comparison of Heart-Rate-Variability Recording With Smartphone Photoplethysmography, Polar H7 Chest Strap, and Electrocardiography. *International Journal of Sports Physiology and performance*, 12(10), 1324-1328.
- Polar. (2017). Polar Optical Heart Rate. Haettu 19.4.2023 osoitteesta <https://www.polar.com/en/img/static/whitepapers/pdf/polar-optical-heart-rate-white-paper.pdf>

- Rapp, A. & Tirabeni, L. (2018). Personal Informatics for Sport: Meaning, Body, and Social Relations in Amateur and Elite Athletes. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 25(3), 1–30.
- Reyes-Mercado, P. (2018). Adoption of fitness wearables: Insights from partial least squares and qualitative comparative analysis. *Journal of Systems and Information Technology*, 20(1), 103–127.
- Rowley, J. (2007). The wisdom hierarchy: representations of the DIKW hierarchy. *Journal of Information Science* 33(2), 163-180.
- Santos-Gago, J. M., Ramos-Merino, M., Vallarades-Rodriguez, S., Álvarez-Sabucedo, L. M., Fernández-Iglesias, M. J. & García-Soidán, J. L. (2019). Innovative Use of Wrist-Worn Wearable Devices in the Sports Domain: A Systematic Review. *Electronics*, 8(11), 1257.
- Scott, H., Lack, L. & Lovato, N. (2020). A systematic review of the accuracy of sleep wearable devices for estimating sleep onset. *Sleep Medicine Reviews*, 49, 101227.
- Soligard, T., Schweltnus, M., Alonso, J.-M., Bahr, R., Clarsen, B., Dijkstra, H. P., Gabbett, T., Gleeson, M., Häggglund, M., Hutchinson, M. R., Janse van Rensburg, C., Khan, K. M., Meeusen, R., Orchard, J. W., Plum, B. M., Raftery, M., Budgett, R. & Engebretsen, L. (2016). How much is too much? (Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury. *British Journal of Sports Medicine*, 50(17), 1030–1041.
- Tholander, J. & Nylander, S. (2015). Snot, Sweat, Pain, Mud, and Snow: Performance and Experience in the Use of Sports Watches. Teoksessa *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2913–2922.
- Thompson, W. (2023) Worldwide Survey of Fitness Trends for 2023. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 27(1), 9.
- Thompson, W. (2021). Worldwide Survey of Fitness Trends for 2021. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 25(1), 10.
- Van Hooren, B., Goudsmit, J., Restrepo, J. & Vos, S. (2020). Real-time feedback by wearables in running: Current approaches, challenges and suggestions for improvements. *Journal of Sports Sciences*, 38(2), 214–230.
- Watson, A. M. (2017). Sleep and Athletic Performance. *Current Sports Medicine Reports*, 16(6), 413.
- Zeleny, M. (1987). Management support systems: towards integrated knowledge management. *Human Systems Management* 7(1), 59–70.
- Zhang, Z., Pi, Z. & Liu, B. (2015). TROIKA: A General Framework for Heart Rate Monitoring Using Wrist-Type Photoplethysmographic Signals During Intensive Physical Exercise. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 62(2), 522–531.