

KESTÄVYYSKUNTOVALMENTAJAN TEKNISET APUVÄLI- NEET

Pekka Matomäki

LPSS031 Teknologia ja hyvinvointi

Kevät 2017

Jyväskylän yliopisto

Sisällys

1 Johdanto	3
1.1 Kestävyyskuntovalmennuksen teknologian perusteet	3
1.2 Raportin tarkoitus	3
2 Rannetietokone	4
2.1 Syke	5
2.2 Kiihtyvyyssanturi & GPS	6
2.3 Puutteita	6
2.4 Apu kuntovalmentajalle	7
2.4.1 Kello valmentajalla	7
2.4.2 Kello asiakkaalla	7
3 Muita teknisiä apuvälineitä	8
3.1 Laktaattimittari ja kynnysten määrittäminen	8
3.1.1 Pikalaktaattimittari	8
3.1.2 Optiset mittarit	9
3.2 Vertikaalihyppy	10
3.2.1 Ilmassaoloaika	10
3.2.2 Matkanmittaus	10
3.2.3 Voimanmittaus	10
3.2.4 Vertikaalihyppylaitteiden analysointia	11
3.3 Ajanotto	12
3.4 EMG	12
3.5 Suurnopeuskamera	13
3.6 Tehomittari	13
3.7 Pyöräilyn tehonmittaus	14
3.7.1 Tehomittarin hyöty	14
4 Käytäntö	16
4.1 Laitteiden haitat	16
4.2 Haastatteluita	16
4.3 Tarvitaanko laitteita?	16
5 Jotain aivan muuta	18
LÄHTEET	20

1 Johdanto

1.1 Kestävyyskuntovalmennuksen teknologian perusteet

Perinteinen tapa nostaa kestävyyskuntoa on tehdä erilaisia intervalliharjoittelua (esimerkiksi Friel 2009; Helgerud ym. 2007; Rønnestad ym. 2015). Toinen perinteinen tapa on tehdä määrällisesti suhteellisen paljon niin sanottua peruskestävyys harjoittelua (Friel 2009). Edelleen, tyypillisesti näiden kestävyys harjoittelun kulmakivien harjoitteluun tarvittava tärkein tietous on anaerobisen kynnyksen tunteminen. Niinpä itsenäisesti toimivan kestävyyskuntovalmentajan eräs tärkeimmistä toimista onkin jonkinlainen tietous ja tapa anaerobisen kynnyksen määrittämiseen valmennettaviltaan sekä jonkinlainen varmennus siitä, että valmennettava tekee intervallit ja harjoittelut ylipäättään oikealla intensiteetillä; liian suuri tai pieni intensiteetti harjoituksessa ohjaa harjoitusvaikutuksen pois tarkoitettusta vaikutuksesta harjoitusjaksolla.

Kestävyys harjoittelun lisäksi on nykyään havaittu monenlaisen muunkin harjoittelun parantavan kestävyys suorituskykyä. Sprintti harjoittelu (Dawson ym. 1998; Bickham ym. 2006), plyometrinen harjoittelu (Turner ym. 2003) ja erityisesti raskas voimaharjoittelu (Rønnestad & Mujika 2014; Beattie ym. 2014) ovat viime aikoina tutkimuksissa osoittaneet onnistuneiksi lähestymistavoiksi kestävyys harjoittelun rinnalle optimoitaessa kestävyyskuntoa. Paitsi että edellämainitut oheisharjoittelut parantavat kestävyyskuntoa, ne luovat myös kaivattua vaihtelua harjoitteluun vähemmänkin tavoitteellisille valmennettaville, joilla optimaalinen kestävyyskunto ei olisikaan suurin prioriteetti kuntoilussa. Lisäksi viimeksi kuluneen parin vuosikymmenen aikana on herätty voima- ja nopeusvoimaominaisuuksien ylläpitämisen tärkeyteen läpi koko elämän ja myös vanhemmalla iällä (esimerkiksi Häkinen 2016), jolloin kyseisten harjoitteiden tekeminen pitäisi kokonaisvaltaista lihaskuntoa ja itsenäisen elämisen mahdollisuuksia yllä elämässä ylipäättään.

Jotta myös lueteltuja sprintti-, voima- ja nopeusvoimaominaisuuksien tasoja ja parantumisia valmennus yhteistyön aikana voisi mitata, tulisi alaansa seuraavalta, uskottavalta ja itsenäisesti toimivalta kestävyyskuntovalmentajalta mielellään löytyä jonkinlaista kapasiteettia mitata näitäkin ominaisuuksia.

1.2 Raportin tarkoitus

Tämän lyhyehkön katsauksen tarkoitus on tarkastella minkälaista teknologiaa (aloitteleva) kestävyyskuntovalmentaja saattaisi tarvita ja ottaa käyttöönsä yksityisyrittäessään. Itsenäisesti toimivien kuntovalmentajien pääoma on usein niukka, jolloin myös käyttöön otettavien valmennuksen apuvälineiden ja testilaitteistojen tulisi olla hintatasoltaan mielellään matalia. Nykyään on saatavilla kohtuuhintaan yllättävän paljon sellaisia teknisiä apuvälineitä, jotka vielä pari vuosikymmentä sitten olivat lähes yksinomaan suurempien testiasemien tai tutkimuslaboratorioiden saatavilla. Raportissa nähdään kuinka sellaisista laitteista kuin suurnopeuskamera, voimalevy, tehomittari polkupyörään, laktaattimittari, jne. löytyy nyky-

ään myös huokeita versioita. Ainaisena ongelmana tällaisissa edullisissa laitteissa on luotettavuus; tähän raporttiin ei jokaisesta esittelystä laitteesta ole validointitutkimusta esittä, mutta esitetyistä voi sanoa, että edullisetkin laitteet ovat tarkoitukseensa yllättävän hyviä ja varmasti parempia kuin pelkkä valistunut arvaus.

Tässä työssä painotetaan teknologisia apuvälineitä tarkoittaen ettei Cooperin testiin tarvittavaa sekuntikelloa ja pituushyppyyn tarvittavaa mittanauhaa ja näiden kaltaisia yksinkertaisia apuvälineitä oteta tarkastelussa huomioon. Lisäksi tässä raportissa on pyritty jonkinlaiseen kompromissiin syvällisyydessä ja leveydessä käytäessä läpi eri teknologioita. Näin ollen tiettyjä rajauksia on pakosti jouduttu tekemään esille nostettujen tuotteiden valinnassa. Esimerkiksi raporttiin on nostettu ainoastaan fyysisiä teknologiatuotteita, eikä esimerkiksi erilaisia nettipohjaisia harjoituspäiväkirjoja (esimerkiksi www.strava.com ja www.dailymile.com) tai juoksureittien ehdottajia (esimerkiksi www.runmap.net) ole otettu mukaan tarkasteluun. Edelleen, koska kyseessä on suhteellisen pikainen läpikatsaus kestävyyskuntovalmentajalle olevasta tarjonnasta, edelläolevan luvun hengessä, on tarkastelun ulkopuolelle pakostakin jäänyt monia tuotteita kuten kuntosaliohjelmisto GymCoach tai edullisia hapenkulutuksenmittareita (Fitmate PRO, \$7000; ja Cardio Coach Plus, käytettyinä \$1100).

Esitettyjen apuvälineiden hinnan suuruusluokka on pyritty antamaan niissä tapauksissa kuin niitä on löydetty. Jokaisesta apuvälineestä on yritetty myös esittää käytännön tapoja miten kestävyyskuntovalmentaja kyseistä teknologiaa voisi soveltaa valmennuksessaan. Teknisten apuvälineiden esittelyjen jälkeen seuraa lyhyt pohdintaluku laitteiden tarpeellisuudesta. Viimeiseen lukuun on vielä listattu hyvin lyhyesti kuntoiluun kehitettyjä erilaisia teknisiä apuvälineitä ja "leluja", mistä jokainen voi luoda yleissilmäyksen miten teknologiaa tuodaan nykyään mukaan kuntoliikuntaan niin turvallisuuden, lajissa kehittymisen, omien fysiologisten toimintojen seuraamisen kuin myös viihtymisen ja hauskanpidon kannalta.

2 Rannetietokone

Nykyään sykemittari ei ole enää pelkkä sykemittari, vaan rannetietokone, jota voi käyttää harjoittelun ja testauksen apuna hyvin mielikuvituksellisesti. Monet laitteet ovatkin itsenäisiä valmentajia antaen kokonaisia valmennusohjelmia eri tavoitteisiin kuten painonpudotukseen, yleiseen kunnon parantamiseen tai vaikka spesifisempään 10 km juoksukilpailun 40 minuutin loppuaikaan. Rannetietokoneet ovat nykyään niin laaja-alaisia, että ne on otettu tässä työssä tarkasteluun omana lukunaan myös siksi, että kestävyysharjoittelussa sykemittari on varmaankin olennaisin valmennuksen apuväline. Silti tässäkään luvussa ei kovin syvällisesti ehditä paneutua rannetietokoneiden ominaisuuksiin tarkoituksen ollessa enemmänkin näyttää mitä ominaisuuksia rannetietokoneissa nykyään on. Kattavimpia rannetietokoneita ovat esimerkiksi Polar V800 (~ 400e), Suunto Spartan Sport (~ 450e) tai Garmin Forerunner 920XT (~ 500e) (ks. kuva 1). Tämän luvun rannetietokoneita koskevat



KUVA 1: Kuvat Suunnon Spartan Sport, Garmin Forerunner 920XT ja Polarin V800 rannetietokoneista. Kuvat haettu yritysten kotisivuilta (www.suunto.fi, www.garmin.com, www.polar.fi) huhtikuussa 2017.

tiedot on kerätty Polarin, Garminin ja Suunnon internetsivuilta (www.suunto.fi, www.garmin.com, www.polar.fi) huhtikuun 2017 aikana ja teoria niiden toimimisen periaatteista on johdettu perusliikuntafysiologian tuloksista.

2.1 Syke

Pelkästä sykedatasta voidaan nykyään kerätä paljon tietoa. Esimerkiksi sykevälivaihtelu on hyväkuntoisilla suurempaa kuin huonokuntoisilla, ja tähän perustuen voidaan leposykkeen sykevälivaihtelusta arvioida maksimihapenottokyky. Edelleen, sykevälivaihtelu on levänneenä suurempaa, joten sitä voidaan käyttää palautumistilan arvioimiseen esim. ortostaattisen testin perusteella. Kun tähän saadaan vielä yhdistettyä kumuloitunut harjoitusdata, päästään käsiksi vielä yksilöllisempään palautumistilan arviointiin.

Kun maksimihapenottokyky tiedetään, voidaan sykkeen ja hapenkulutuksen jotakuinkin lineaarisesta yhteydestä (esimerkiksi McArdle ym. 2007) arvioida sykkeen perusteella harjoituksen hapenkulutus. Ja koska hapenkulutuksesta päästään helposti epäsuoralla kalorimetrillä (esimerkiksi McArdle ym. 2007) kiinni energiankulutukseen, voidaan näin arvioida sykedatasta myös harjoituksen energiankulutus. Lisäksi sykkeeseen perustuen voidaan arvioida EPOC, josta voidaan taas arvioida harjoituksen kuormittavuus (kuormittavalla harjoituksella kun on suurempi EPOC, katso McArdle ym. 2007).

Yleistä on myös, että syke data saadaan jatkokäsittelyä varten tietokoneelle analysoitavaksi ja tarkastella viikko/kuukausitasolla miten harjoittelu on edennyt, jolloin erillistä harjoituspäiväkirjaa ei periaatteessa tarvitse enää täyttää.

Perinteisesti syke on mitattu rinnalle asetetusta sykevyöstä, mutta nykyään on myös saatavilla ranteesta sykettä mittaavia kelloja (esim. Polar M200, ~150e tai Garmin Forerunner 35, ~200e). Tällaisen kellon on oltava suhteellisen tiukasti ranteessa kiinni, mutta siitä huolimatta haastattelemani juoksukaupan myyjä sanoi niiden olevan nykyään suosit-

tuja, koska monet kuntoilijat pitävät erillistä sykevyötä epämiellyttävänä ja vaikeana pitää joka paikassa mukana.

2.2 Kiihtyvyysanturi & GPS

Kun sykkeeseen yhdistetään paikkatieto (ja nopeus) GPS:n avulla ja kiihtyvyysanturin tiedot, päästään edelleen yksityiskohtaisempiin datoihin. Esimerkiksi unenlaatua voidaan tulkita kiihtyvyysanturin perusteella; levollisena nukkuessa ei ranne liiku ja levottomampina öinä liikettä tulee enemmän. Myös askelmittari on monessa rannetietokoneessa sisäänrakennettu ominaisuus. GPS-mittarit antavat lisäksi nopeuden suhteellisen tarkasti (Schutz & Herren 2000 lähteen Smith ym. 2013 mukaan). Lisäksi monen eri valmistajan mittarit laskevat nopeuden, korkeusvaihtelun, sykkeen, jne. mukaan arvioita juoksijan maksimaalisesta hapenottokyvystä. Kraft & R.A.Roberts (2017) tutkivat tällaisen arvion luotettavuutta Garminin laitteesta yhden vapaan juoksuharjoituksen jälkeen. He vertasivat sitä mitattuun VO_{2max} -arvoon ja totesivat, että mittarin antama epäsuora VO_{2max} -arvio oli keskimäärin luotettava, mutta yksilökohtainen vaihtelu saattoi olla suurta (jopa 20 %, 8 ml/kg/min).

Edelleen, mittarit antavat intensiteetin ja keston perusteella harjoituksen vaikutuksen harjoituksen jälkeen sekä kuormituksen suuruuden. Myös vertikaalihyppy onnistuu lisälaitteella (esim. Polar V800) ja juoksun dynamiikan analysoiminen (Garmin Forerunner 920XT) sisältäen mm. pystysuuntaisen liikehdinnän ja maakosketuksen keston. Yleensä eri urheilulajeille on vielä optimoitu omat erikoisominaisuudet, kuten uintiin uintikierroslaskuri, jne.

Ainakin joissain Garminin laitteissa on mahdollisuus anaerobisen kynnyksen määrittämiselle, mutta tämän kynnyсарvion luotettavuutta ei ilmeisesti ole tutkittu tai raportoitu. Lisäksi Garminin keskustelufoorumilla (forums.garmin.com/archive/index.php/t-338369.html) tuntui olevan käsitys, että tuo testi (eräänlainen kynnystesti) on jonkin verran herkkä, ja jos ohjeita ei ole tarpeeksi tarkkaan seurannut, ei kone aina osaa antaa testin jälkeen arviota lainkaan. Tosin keskustelufoorumien mielipiteet ovat herkästi vinoutuneita, koska testiin tyytyväiset eivät todennäköisesti tule siitä kertomaan.

Mainittakoon lopuksi, että useissa tapauksissa rannetietokoneeseen saadaan yhdistettyä myös spesifisiä urheiluun liittyvää dataa kuten polkupyöräilyn pyöritysnopeus kadenssimittarin avulla tai pyöräilyteho erillisen tehomittauskampien avulla.

2.3 Puutteita

Ainakin Polar myöntää sivuillaan, että rannetietokoneet luottavat paljolti maksimisykkeeseen ja siitä laskettuihin osuuksiin, mutta ehkä hieman yllättäen rannetietokoneet eivät ilmeisesti pysty arvioimaan maksimisykettä kovin luotettavasti harjoitusdatan perusteella, mikä kuulostaa hieman yllättävältä. Esimerksi Polar sanoo (Polar 2017a): "Ikään perustuva HRmax on maksisykkeen karkea arvio, ja se on oletusarvona useimmissa Polar-harjoitustietokoneissa. Luotettavin ja turvallisin tapa määrittää maksimisyke on käydä mak-

simisykettä mittaavassa laboratoriotesteissä."

Toisekseen, anaerobinen kynnyks on toisinaan nostettu tärkeimmäksi kestävyyskuntoa määrittäväksi tekijäksi (esimerkiksi Shephard & Åstrand 2000), joten on sinänsä yllättävää että anaerobisen kynnyksen määrittämiseen ei ole panostettu sen enempää. Esimerkiksi VO_{2max} arvioidaan harjoituksista, mutta vastaavaa arviota ei ilmeisesti tehdä kynnyksistä. Voisi kuvitella, että jos anaerobisella kynnyksellä kerran voidaan työskennellä noin tunti, osaisi harjoitustietokone harjoitusdatan perusteella arvioida tämän perusteella AnK-sykkeen.

2.4 Apu kuntovalmentajalle

2.4.1 Kello valmentajalla

Eräs hyöty Polarin mittarista on epäsuora VO_{2max} -mittaus makuulta tehtävästä sykeväli-vaihtelusta, mikä on erittäin turvallinen testi vähän liikkuvalla ja riskiryhmään kuuluvalla testattavalla. Polar mainostaa oman testiään: "Se on yhtä luotettava kuin muut epäsuorat kuntotestit." (Polar 2017b), mutta esimerkiksi Köteles ym. (2015) kritisoivat testin olevan liian riippuvainen itse ilmoitetusta fyysisestä aktiivisuudesta ja siten epäluotettava. Edelleen, esimerkiksi Garminin rannetietokone antaa harjoituksen päätteeksi VO_{2max} -arvion, jota voi myös käyttää arvioitaessa kestävyyskuntoa, valmentajan voidessa kehittää oman vakioidun epäsuoran testimuodon halutessaan.

Toinen hyvä ominaisuus rannetietokoneissa on aktiivisuusmittaus: mittarin voi antaa asiakkaalle esimerkiksi viikoksi ja tarkastella hänen aktiivisuuttaan objektiivisesti. Kolmas hyvä ominaisuus on luonnollisesti sykedata, jota tarvitaan esimerkiksi kynnystestin yhteydessä. Lisäksi jos kynnystesti tehdään juosten kenttäolosuhteissa, auttaa GPS-mittari tasaisen vauhdin ylläpitämisessä. Monet muut ominaisuudet ovat siitä huonot, että niissä tulisi asiakkaan omistaa mittari eikä kuntovalmentajan.

Artikkeleita lukemalla tällaisista mittareista saa toki vielä potentiaalisesti lisähyötyä; Esimerkiksi Vesterinen ym. (2016) antoivat näyttöä siitä, että yön aikaisesta sykeväli-vaihtelusta voisi yrittää päätellä vastaako yksilö herkemmin kovaintensiteettiseen vaiko määrällisesti suureen harjoitteluun.

2.4.2 Kello asiakkaalla

Jos valmennettava on hankkinut mittarin (tai valmentaja vuokraa/lainaa mittaria valmennettavalleen), voi kuntovalmentajan helposti katsella harjoituspäiväkirjoja, rasituksia, määrättyjä intervaleja jne. Lisäksi esimerkiksi Smith ym. (2013) näyttivät, että ne, jotka GPS:llä mittaavat anaerobisen kynnyksen vauhtejaan harjoituksissa, oppivat paremmin säätelemään vauhtiaan kynnyksen tuntumassa myös ilman mittaria. Tämä olisikin erinomainen tapa opettaa valmennettava tuntemaan vauhteja; eräs suurimmista ongelmista intervalliharjoituksissa on ensimmäisten intervallien tekeminen liian suurella intensiteetillä (vertaa esimer-

kiksi Friel 2009), jolloin harjoitus ei onnistu aiotulla tavalla. Erityisesti pelkkää sykettä katsomalla tilanne ei aina korjaannut, koska syke vastaa rasitukseen viiveellä, jolloin intensiteetin mittaaminen juoksussa nopeuden avulla (tai pyöräilyssä tehon avulla) voi olla ainoa keino hillitä liian suurta alkuvauhtia. Toinen olennainen asia on peruskuntolenkkien tekeminen riittävän alhaisilla nopeuksilla liiallisen rasituksen välttämiseksi, johon sykkeen seuranta on riittävä apuväline. Näin rannetietokone on valmentajalle varmistuskeino harjoitusten intensiteettien tarkastukseen.

Jotkut saattavat motivoitua datasta, joten heille GPS-seuranta ja monimuotoinen harjoituspalaute antaa motivaatiota harjoituslenkeille. Lisäksi harjoituksen rasituksen arvio ja palautumisajan arvio ovat hyviä apuvälineitä tavoitteellisemmille kuntoilijoille/urheilijoille, mutta näissäkin valmentajan tulisi osata myös opastaa valmennettavaansa itsetuntemukseen. Myös rannetietokoneen kertoma palautumisenaste voi helpottaa valmentajan työtä harjoitusohjelmaa laadittaessa/muunnettaessa.

Jos valmentaja ei luota sykemittarin antamaan kuormitusarvioon, hän voi sykedatasta suoraan laskea rasituksia eri tavoin. Eräs tapa on jakaa sykealueet numeroin (esim. viisi tai kolme kategoriaa, kuten $1 < \text{AerK} < 2 < \text{AnK} < 3$), jolloin kuormittavuutta laskettaessa kerrotaan jokaisella sykealueella ollut aika kyseisen sykealueen numerolla¹ (Friel 2009; Faria ym. 2005). Toinen tapa on käyttää kaavaa:

$$\text{Kuormittavuus} = t_{\text{kisa}} \times B \times 0.64e^{1.92B},$$

missä t_{kisa} on kilpailun kesto (min), $B = \frac{HR_{\text{kisa}} - HR_{\text{lepo}}}{HR_{\text{max}} - HR_{\text{lepo}}}$, missä HR_{kisa} on kilpailun/harjoituksen keskisyke, HR_{max} maksimisyke ja HR_{lepo} leposyke (Banister 1991).

3 Muita teknisiä apuvälineitä

3.1 Laktaattimittari ja kynnyksen määrittäminen

3.1.1 Pikalaktaattimittari

Pikalaktaattimittari on halvahko ja nopea tapa laktaatin mittaukseen. Itse mittari on järkevän hintainen, mutta laktaattiliuskat maksavat verrattain paljon. Saatavilla on esimerkiksi Lactate Plus (mittari \$280; liuskat ~\$1.80/kpl), Lactate Pro 2 (mittari 275e; liuskat ~ 3e/kpl) ja Edge (mittari ~ 240e; liuskat ~ 1.7e/kpl). (Näiden lisäksi tarvitaan puhdistusliuosta, latex-käsineitä, lansetteja ja puhdistustuppoja.) Bonaventura ym. (2015) vertasivat kuusi pikalaktaattimittaria ja yleinen konsensus oli, että pikalaktaattimittarin virhe todellisesta oli kaikilla mittareilla $< 0.5\text{mmol/l}$ alle 10mmol/l tasoilla. Lisäksi toistettavuus oli suhteellisen hyvällä tasolla. Toisin sanoen, pikalaktaattimittari on ihan käyttökelpoinen apuväline yksityiselle kuntovalmentajalle. Huomautettakoon, että pikalaktaattimittariin tarvit-

¹Esimerkiksi jos ajat (min) alueilla 1/2/3 olisivat 50 min / 30 min / 10 min, tulisi kuormittavuudeksi $50 \times 1 + 30 \times 2 + 10 \times 3 = 140$.

tava verimäärä on niin pieni, että näyttönoittajan on mielellään oltava kokenut toistettavien tulosten saamiseksi (Puurtinen 2016).

Pikalaktaattimittarilla kuntovalmentaja voi mitata esimerkiksi juoksijoille radalla kynnykset (kynnystesti, testattava juoksee 1km ja jokaisen kilometrin jälkeen nopeutta kasvataan, Kapanen 2016) tai jos kuntovalmentajalla on ergometri tai tehomittari käytössä, niin myös pyöräilyn kynnykset tehon suhteen.

Laktaattimittarilla on myös muita käyttökohteita. Esimerkiksi laktaattimittaria voi käyttää määritetyn kynnyksen varmentamiseen: testattava liikkuu hieman alle määritettyä anaerobisen kynnyksen vauhtia 30 minuuttia ja laktaattimittarin avulla voidaan varmentaa kumuloituuko laktaatti vai ei. Eli onko kynnyks määritetty oikein. Toinen esimerkki on määrittää laktaattimittarin avulla nopeusharjoituksissa tai maksimivoimaharjoituksissa palautumisen tilaa sarjojen välillä, ja osoittaa näin valmennettavalle että lepotauot pitää olla aidosti aika pitkiä jos haluaa jokaisen sarjan tehdä tuoreena ja hyvävoimaisena.

3.1.2 Optiset mittarit

Markkinoilla on optisia anaerobisen kynnyksen mittareita, kuten BSXinsight (\$400) ja Moxy Monitor (\$1000), jotka mittaavat pohkeesta LED-valon avulla lihaksen happisaturaation (ks. kuva 2).



KUVA 2: Optinen happisaturaation mittaaja BSXinsight (kuva haettu BSX:n kotisivuilta, www.bsxinsight.com, huhtikuussa 2017).

Happisaturaatiolla on korrelaatiota laktaatintuoton kanssa, jolloin tätä menetelmää voi käyttää anaerobisen kynnyksen määrittelyyn. Validointitutkimukset tukevat esimerkiksi

BSXinsightin antavan luotettavan arvion anaerobisesta kynnyksestä (esimerkiksi Borges & Driller 2016; Driller ym. 2016). On tosin huomioitava, että nämä laitteet eivät suoraan mittaa laktaattia, eli niiden käyttö esimerkiksi ylempänä mainitussa anaerobisen kynnyksen varmistustestissä tai nopeus-/maksimiharjoituksen palautumisen tilan seurannassa ei ole välttämättä niin suoraviivaista, sillä happisaturaation valmennuksellisia ominaisuuksia ei ole niin laajasti raportoitu kuin laktaatin vastaavia. Niinpä happisaturaatiomittarin ostaja joutunee hieman itse kokeilemaan ja etsimään mitä mittarin kanssa onnistuu tekemään. Huomautettakoon lopuksi, että kahdessa ei-invaasiolisessa tutkimuksessa laktaatin määrän korrelaatio optisen mittarin (Abraham ym. 2015) ja ionitoforesimittaruksen (Ching & Connolly 2008) kanssa ei ole ollut erinomaista ($r = 0.6-0.7$) luokkaa.

Valmennuksessa optisten mittareiden hyvä puoli on niiden siisteys ja helppous; verta ei tarvitse mitata anaerobista kynnystä määritettäessä. Lisäksi liuskoja ei tarvita eikä kokemusta verinäytteiden otosta, jolloin onnistumisprosentti nousee kokemattomallakin testajalla.

3.2 Vertikaalihyppy

Johdannossa esitettiin myös tarve nopeusvoimaominaisuuksien mittaamiselle ja vertikaalihyppy on eräs helpoin tapa mitata alaraajojen nopeusvoimaa. Sitä voi mitata joko mittaamalla ilmassaoloaikaa, suoraan ylöskuljettua matkaa tai hypyssä tuotettua voimaa.

3.2.1 Ilmassaoloaika

Ilmassaoloajan saa laskettua mm. kontaktimatolla (esim. Just Jump System, \$600; contact platform kit, 130e) tai työläämmin hidaslíikekameralla (ks. aliluku 3.5). Lisäksi markkinoilla on Vert Jump Sensor (\$125, katso kuva 3): vyöhön kiinnitettävä systeemi, joka gyroskooppeja hyödyntäen mittaa vertikaalihyppyjä. MacDonald ym. (2017) mukaan tämä on riittävän hyvä kenttämittauksiin.

3.2.2 Matkanmittaus

Perinteinen tapa mitata vertikaalihypyn matkaa on vyösysteemi, jossa maassa olevasta rullasta vapautuu narua sitä mukaa kun hyppy etenee (esim. Deluxe Vertical Jump Test Mat, kuva 3, \$220) tai halvin vaihtoehto: merkataan liidulla seinään kuinka korkealle on hypätty (liitupölyn hinta lienee ~ 1 senttiä/hyppääjä). Lisäksi vaihtoehtona on tässäkin on hidaslíikekamera (ks. aliluku 3.5).

3.2.3 Voimanmittaus

Jos vertikaalihypyn voimantuotto saadaan mitattua, voidaan impulssia hyödyntäen laskea hyppyykorkeus. Markkinoilla on saatavilla esim. Vernier voimalevy FP-BTA (henkilövään kokoinen, 370 e) ja Mindtechstoresta 45×45 cm voimalevy (2400e). Myös HURLabsilla



KUVA 3: Vasemmalla Vert Jump Sensor verrattuna 10 sentin kolikkoon (kuva Vertin kotisivuilta, www.myvert.com, huhtikuussa 2017). Oikealla Deluxe Vertical Jump Test Mat (kuva Palos Sportin nettisivujen, www.palossports.com, katalogista huhtikuussa 2017)

on saatavilla erilaisia voimalevyjä, mutta hintoja ei kerrota. Alan standardina on AMTI:n voimalevy (ohjelmistoinen noin \$20000).

Voimalevyn kanssa analysoinnissa avautuu valtavasti eri analysointimahdollisuuksia. Esimerkiksi voimantuottonopeus, tehontuotto, voimansuuntaus eri liikkeissä, jne. Lisäksi jos voimalevyn kanssa saa suurnopeuskameran synkronoitua, voi laskea myös nivelmomentteja ja sisäisiä voimia. Nämä viimeksimainitut ovat tosin jo usein valmennuksen näkökulmasta liiankin syvälle menevää analysointia.

3.2.4 Vertikaalihyppylaitteiden analysointia

Leard ym. (2007) tutkimuksen mukaan vertikaalihyppykorkeuden luotettavuus kontaktimatolla ($\Delta h = 0.5\text{cm}$, $p = 0.974$) oli huomattavasti tarkempaa kuin hyppää-ja-kurota -metodilla ($\Delta h = 4.5\text{cm}$, $p = 0.005$) verrattuna 3D-liikeanalyysistä saatuun hyppykorkeuteen. Molemmissa korrelaatio 3D-metodiin oli hyväksyttävällä tasolla (kontaktimatolla $r = 0.97$, kurotusmetodilla $r = 0.91$). Niinpä voisi loppupäätelmäksi sanoa, että samalla metodilla testattaessa tulokset ovat hyvin paljolti toistettavia.

Lisäksi hyppykorkeudella voi arvioida hypyn maksimitehoa/keskitehoa, kun hyppääjän massa tunnetaan: esimerkiksi Sayers ym. (1999) ovat laskeneet korrelaatiokaavan ja Samozi-no ym. (2008) johtivat analyttisen kaavan staattiselle hypylle.

Kontaktimaton lisähyötynä on sen käyttö esimerkiksi maakontaktiajan analysointiin muun muassa juoksussa tai pudotushyppyissä. Edelleen, maakontaktiaikaa voidaan käyttää väsymisen analysointiin ja näyttää valmennettavalle miten esimerkiksi pudotushyppyissä väsymys alkaa näkyä kontaktiajan kasvuna (esimerkiksi Horita ym. 1996). Toinen tapa käyttää maakontaktiaikaa, on testata onko esimerkiksi sprinttharjoittelu vaikuttanut juoksun maakontaktiajan lyhentymiseen, mikä tarkoittaisi voimantuottonopeuden kasvua. Voimalevyn

lisähyödyt ovat lähes rajoittamattomat, jos niissä pääsee käsiksi raakadataan, mutta toisaalta käytännön työssä monet voimalevyn suomat mittausedut voivat olla liian syvällisiä.

3.3 Ajanotto

Johdannossa esitettiin tarve nopeusominaisuuksien mittaamiselle ja valoportit ovat tyypilliset apuvälineet tällaisessa. Tarjolla on esimerkiksi Brower TC-Gate (\$500), Smartspeed PT 2 (\$500) ja Timing Gates QF11- Athlete Set (\$1500). Lisäksi saatavilla olisi Vernier Valoportti (VPG-BTD) (65e/kpl, tarkoitettu pienten pallojen mittaamiseen, suurempien objektien mittaaminen vaatii omistajaltaan luovaa mielikuvitusta). Yleisesti vain yhden valosäteen portti on huono siitä, että heilahtava käsi saattaa katkaista valonsäteen, joten monisäteinen valoportti, joka ottaa ajan vartalon ohituksesta, olisi parempi.

Valoporttien avulla voi mitata lyhyen matkan sprinttejä — kuten 30–100m juoksumatkoja — sellaisella tarkkuudella mihin ei sekuntikellolla pääse. Tällaiset ovat hyviä lajinomaisia nopeustestejä moneen urheilulajiin ja nopeusharjoitusjakson onnistumisen seurantaan. Lisähyötyäkin valoporteista voi löytyä: Esimerkiksi Candau ym. (1999) osoittavat kuinka valoporttien avulla voidaan arvioida pyöräilyn ilmanvastus(+kitka)kerrointa suhteellisen järkevästi ja näin voisi yrittää perustaa halvan tuulutunnelin ajoasennon virtaviivaistamiseksi.

Yli 400m juoksumatkan ajanottoon voi käyttää normaalia sekuntikelloa.

3.4 EMG

Nykyään on tarjolla kuluttajille EMG-housuja (tai EMG-paitoja), esimerkiksi Athosin (n. \$300) tai Myontec MBody (\$500–\$800) jotka tekevät EMG:n saatavuudesta helppoa. Esimerkiksi Lintu ym. (2005) ovat analysoineet puettavien EMG-vaatteiden käytettävyyttä ja todenneet sen hyväksi.

EMG:n hyödyt ovat selkeät: esimerkiksi voimaliikkeissä voi reaaliajassa nähdä mitkä lihakset ovat aktiivisia ja mitkä eivät; testattavalle voi osoittaa miten asennon muuttaminen, oteleveyden muuttaminen, jne. vaikuttavat välittömästi lihasten aktivaatioihin. Näin voi selvittää optimaaliset liikkeet juuri valmennettavan omaan lajiin. Lisäksi kestävyyslajissa voi kokeilla miten tekniikan muuttaminen vaikuttaa lihasaktivaatioihin esimerkiksi juoksun askelsyklin tai pyöräilyn poljinkierroksen aikana. Valitettavasti ilman lisälaitteita ei helposti pääse käsiksi MVC-arvoihin vaikka EMG-housuilla EMG-dataa saisikin mitattua. Edelleen, esimerkiksi Myontec MBody mittaa harjoituksen kuormittavuutta lihaksistolle, juoksun/pyöräilyn kadenssia, nopeutta, matkaa, jne. antaen harjoituksesta paljon lisäinformaatiota.

Alan artikkeleihin tutustuen voi EMG-housuista saada vielä enemmänkin hyötyä. Esimerkiksi Tikkanen ym. (2012) osoittivat, että EMG-housuilla voi suhteellisen tarkasti määrittellä ventilaatiokynnyksen (eli anaerobisen kynnyksen).

3.5 Suurnopeuskamera

Suurnopeuskameralla saa yli 200 kuvaa sekunnissa, ja tämä tarkkuus auttaa valmentajaa pääsemään käsiksi moniin silmällä näkymättömiin seikkoihin urheilussa. Markkinoilla ovat esimerkiksi YI 4K Action Camera (\$200) ja Casio Exilim EX-FH20 (\$200), jotka tarjoavat suurnopeuskuvausmahdollisuuden (210+ kuvaa/sekunti). Lisäksi suurnopeusvideokuvan analysointiin on saatavilla ilmainen avoimen koodin ohjelmisto (<http://physlets.org/tracker/>). Juoksuvalmentaja Steven Magness kertoo blogissaan (Magness 2010) suurnopeuskameran suomista mahdollisuuksista (juoksu)valmennuksessa. Eräs suurimmista eduista on tekniikan analysointi; tekniikkavirhe voi olla silmälle näkymätön, mutta suurnopeuskameralta niitä ei voi piilottaa. Mikäli valmentajalla on riittävä asianosaaminen lajista, voi suurnopeusvideon avulla näin ollen analysoida lajin kuin lajin tekniikkaa (juoksu/pyöräily/hyppylajit/hiettolajit/jne.), mikä pienentää valmennettavan loukkaantumisriskiäkin pitkässä juoksussa. Edelleen, 210 kuvaa/sekunnissa nopeus tarkoittaa noin 5 ms (0.005 sekuntia) tarkuutta ajanotossa ja se on riittävä esimerkiksi seuraaviin (vrt. Magness 2010):

- Juoksun/hypyn maakontaktin laskeminen, josta edelleen voi analysoida esimerkiksi miten väsymyksen näkee maakontaktiajan kasvuna tai kuinka nopeaan maakontaktiin pudotushyppyissä kykenee.
- Jos videolta löytyy vertailukohta, voi matkoja ja nopeuksia ja myös kiihtyvyyksiä laskea, jolloin esimerkiksi juoksun askelsyklejä voisi analysoida eri juoksunopeuksilla.
- Edelleen, jos vertailukohta löytyy, voi esimerkiksi 30m sprinttiaikoja laskea suurnopeuskameralla valoporttien sijaan. Tokikaan tällöin ei sprinttiaikoja saa välittömästi nähtäville. Edelleen samalla periaatteella voi suurnopeuskameralla mitata mitä tahansa mitä valoporteillakin, mutta tulosten saaminen koneelta on hitaampaa ja työläämpää.
- Nivelkulmia voi mitata ja analysoida eri liikkeissä.
- Voi analysoida juoksun askeleen maahantulotekniikkaa.
- Voi laskea vertikaalihypyn korkeuden ilmalennon ajasta.
- Voi laskea vertikaalihypyn korkeuden suoraan ylöskuljettuna matkana, jos videolta löytyy vertailukohta. Tämä on huomattavasti tarkempi tapa kuin ilmalennosta laskettu hyppykorkeus.

3.6 Tehomittari

Kestävyyslajeissa yleensä on tarkoituksena optimoida nopeus niin kilpailuissa kuin harjoituksissa; liian kova nopeus ja liikkuja väsyvät ennen kuin matka on loppu, liian hidas nopeus

ja lopputulos ei ole paras mahdollinen. Käytännössä GPS-paikannuksella voidaan nopeutta mitata lähes kaikessa kestävyysharjoittelussa, mutta koska nopeus riippuu esimerkiksi tuulen suunnasta ja maastonmuodosta, se ei valitettavasti ole aina kovin objektiivinen tapa intensiteetin mittaamiseen. Lisäksi sykemittauksessa on ensinnäkin viive ja toisekseen päiväkohtainen vaihtelu haittaamassa objektiivista mittaamista. Teho taasen on vakio, se nousee välittömästi intervallin vaatimalle tasolle ja on absoluuttinen. Valitettavasti vain tehoa ei pystytä mittaamaan päivittäisessä käytössä juuri muissa lajeissa kuin pyöräilyssä ja soudussa (esimerkiksi soutuun Webasport Power Meter, $\sim 600\text{e}$). Näistä kahdesta lajista soutu ei Suomessa ole kovin suosittua, joten tässä raportissa keskitytään lähinnä pyöräilyn tehomittaukseen. Soudun ja pyöräilyn lisäksi on olemassa ergometrejä mm. melontaan ja hiihtämiseen (esim. Shephard & Åstrand 2000), mutta nämä eivät usein ole yksityisyrittäjän hankittavissa.

3.7 Pyöräilyn tehonmittaus

Niin epäsuora kuin suorakin kuntotesti normaalille kuntoilijalle on helppo tehdä pyörällä, ja tätä tapaa suositaankin skandinaviassa (vrt. Skinner 2005). Toinen luonnollinen tapa mitata kestävyyskuntoa on juoksumatto (esim. Titan 600e – 2500 e), mutta niitä ei tässä raportissa ehditä analysoida sen syvällisemmin.

Nykyään polkupyöriin on saatavilla hyvin monia tehomittareita, jotka mittaavat suoraan reaaliaikaista tehoa yleensä pedaalista, kammesta tai takanavasta. Phillips 2016 käy läpi nykyaajan tarjontaa esittäen jokaisen vaihtoehdon hyviä ja huonoja puolia. Tehomittareita ovat mm. Garmin ($\sim \$800$), PowerTab ($\sim \700) ja alan standardina SRM ($\$2000$). Tehomittarit ovat tyypillisesti suhteellisen tarkkoja, erityisesti standardina pidetään SRM-mittaria, jonka virhe on alle 2.5% todellisesta (Gardner ym. 2004; Abbiss ym. 2009). Mittarin tarkkuus on vielä huomattavasti tarkempi tasaisella ajolla (Gardner ym. 2004; Abbiss ym. 2009).

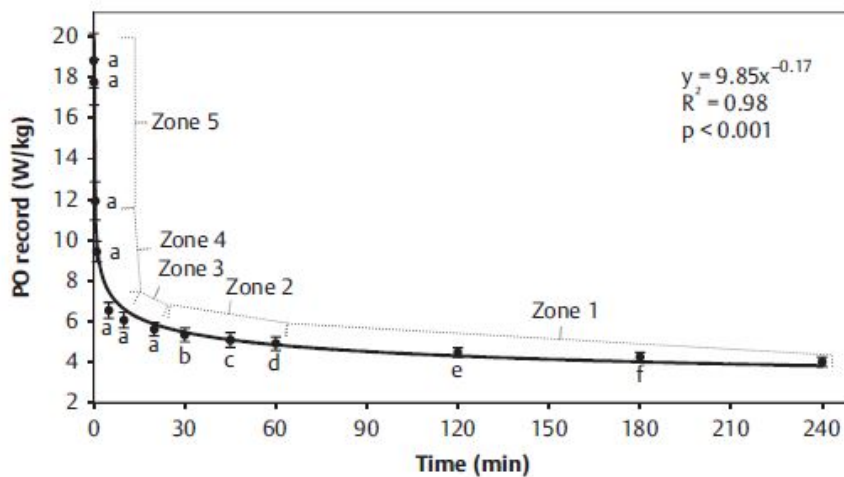
Testaukseen kuitenkin parempi olisi mitata tehoa paikallapidettävällä trainerilla (esimerkiksi RacerMaten CompuTrainer, $\$4500$; Elite DRIVO, $\$1300$; Wahoo Kickr, 1200e) tai ergometrillä (esim. Wattbike, 2200e ; Monark 10000e). Kuvaan 4 esitetty yksi trainer ja ergometri.

3.7.1 Tehomittarin hyöty

Paitsi että polkupyöräergometrillä tai tehoa mittaavalla trainerilla voi tehdä kuntotestejä testattaville, on pyörään kiinnitettävästä tehomittarista muutakin hyötyä. Tehodatasta voi tehdä esimerkiksi pidemmän aikavälin maksimitaulukko (5s - 2h) harjoittelu/kilpailudatasta, minkä hyvä puoli on se, että näin ei välttämättä tarvitse tehdä lainkaan erikseen testejä (kuvassa 5 on esimerkki tehoprofilista). Quod ym. (2010) osoitti, että kilpailuista saatu tehodata vastaa riittävän hyvin laboratorioissa varta vasten tehtyjä tehotestejä tutkituilta 5 s – 10 min ajoilta.



KUVA 4: Vasemmalla Elite DRIVO (kuva Eliten kotisivuilta, <http://www.elite-it.com>, haettu huhtikuussa 2017). Oikealla Wattbike (kuva Wattbiken kotisivuilta, wattbike.com, haettu huhtikuussa 2017).



KUVA 5: 5s – 4h maksimitehot, jota on otettu harjoittelu- ja kilpailudatasta. Kuva: Pinot & Grappe (2011).

Lisäksi tehodatasta voi laskea kuormituksen joko keskitehona tai ns. normalisoituna tehona (jota on selitetty esimerkiksi Trainingpeaks & Ganoung 2015), mikä käytännössä on tehodatan L^4 normi:

$$\sqrt[4]{\sum_i x_i^4},$$

missä x_i on harjoituksen jokaisen 30 sekunnin tehokeskiarvo. Tämä ottaa paremmin huomioon tehon vaihtelun kuin pelkkä keskiarvo, sillä se painottaa enemmän suuria arvoja.

Käytännössä tehodatasta voi myös laskea rasiuksia samoin kuin sykkeestä (vrt. aliluku 2.4.2): tehon voi jakaa numeroin eri alueisiin, jolloin kuormittavuutta laskettaessa kerrotaan jokaisella tehoalueella ollut aika kyseisen tehoalueen numerolla. Kuten mainittua, koska te-

ho on absoluuttinen ja reaaliaikainen, se ottaa paremmin huomioon intensiteetin muutokset kuin syke.

4 Käytäntö

4.1 Laitteiden haitat

Valmentajaa voi luonnollisesti houkutella esimerkiksi edullisen voimalevyn, tehomittauksen tai anaerobisen kynnyksen suomat testimahdollisuudet. Alan standardeina toimivat voimalevyt (AMTI), ergometrit (Monark) ja laktaattimittarit (radiometrit) ovat tyypillisesti ~ 10 kertaa kalliimpia kuin tässä raportissa esitellyt edulliset versiot. Niinpä luonnollisesti herää aina kysymys laitteen antaman tuloksen luotettavuudesta; paljonko laadusta menetetään kun hintaa tiputetaan rajusti. Validointitutkimukset ovat antaneet monille edullisille mittareille synninpäästön. Siitä huolimatta, kun kuntoilussa ja urheilussa odotettava tulosparannus harjoitusjakson aikana saattaa olla 2–5%, voi hyvin olla, että tulosparannus mahtuu kokonaisuudessaan testilaitteen virherajojen sisään. Lisäksi laitteiden mennessä rikki, voi kuntovalmentajalla olla ongelmia löytää korjausapua ostamalleen edulliselle laitteelle.

4.2 Haastatteluita

Kävin haastattelemassa tämän hetkisen lähiasuinympäristöni (pohjoinen Berkeley, Kalifornia, USA) kolmea personal traineria. Kukaan haastattelemastani ei tehnyt pelkkää valmennusta, vaan vetivät myös ryhmätunteja. Yksi personal trainer oli erikoistunut kestävyysvalmennukseen (naisurheilija, joka oli juossut mailin 4:40) ja kaksi muuta tekivät lähinnä kuntosalivalmennusta, mutta asiakkaan mukaan myös kestävyysvalmennusta.

Kävi ilmi, että *kukaan* haastattelemistani personal trainereista ei käyttänyt teknisiä apuvälineitä. He eivät käyttäneet säännöllisellä pohjalla edes sykemittaria. Kestävyysvalmennukseen keskittyvä personal trainer käytti 5 km testijuoksua kunnon määrittämiseen ja intervalliharjoitusten juoksuvauhtien määrittämiseen. Eräs personal trainer taas palpoi sykettä ja kuunteli milloin puhe muuttui vaivalloiseksi ja määritti siten summittaisen anaerobisen kynnyksen. Kolmas ei käyttänyt oikeastaan mitään keinoja (hän keskittyi lähinnä kuntosaliharjoitteluun). Johtopäätöksenä haastatteleman personal trainerit eivät olleet ajantasalla tai sitten kuntovalmennuksessa oleellisinta ei olekaan saada tietoa ihmisen sisäisistä suorituskyvyistä, vaan nähdä ja kohdata ihminen kokonaisuutena.

4.3 Tarvitaanko laitteita?

Loppupäätelmänä valmentajan tuleekin miettiä tarkkaan mitä laitteita tarvitaan ja kuinka edistyneitä. Asiakkaan luottamus valmentajaan voi tietenkin kasvaa ja hänen tuntemuksensa että saa rahoilleen vastinetta, jos kuntovalmentajalla on näyttää graafeja, analyysia ja niistä ja tehdä testejä laitteilla joista asiakas vain haaveilee. Toisaalta, valmentaja voi

etääntyä valmennettavasta jos hän aina tarkastelee jokaista valmennettavaansa eri teknisten apuvälineiden kautta eikä osaa opastaa urheilun itsetuntemukseen. Tosiasia lienee, että normaalikuntainen asiakas — jollainen tyypillinen asiakas todennäköisesti on — harvemmin todellisuudessa tarvitsee kalliita apuvälineitä valmentautumisensa tuekseen.

Otetaan esimerkiksi anaerobinen kynnyks. Friel (2009) suosittelee anaerobisen kynnyssykeen testiksi 30 minuutin tasavauhtista testiä, jonka viimeisen 20 minuutin keskisykkeestä saa erittäin hyvän (ja halvan!) arvion anaerobisesta kynnyksestä. Edelleen, haastatteleman personal trainer laittaa valmennettavansa juoksemaan 5km kilpailunomaisen testin, jonka loppuajan perusteella hän määrää intervallien vauhdit. Alaraajojen voimantuottonopeutta taas ei kannata kuntoilijalla testata RFD-lukemalla kun esimerkiksi helpommin mitattava vauhditon pituus tai 60m sprintti käsiajanotolla kertovat riittäväällä tarkkuudella kuntoilijan voimantuottonopeuden ja juoksunopeuden. Edelleen, nykymittarit mittaavat palautumisen astetta ja helpottavat näin ylikunnon estämisen. Siitä huolimatta ylikuntotutkimuksissa käytetään usein rasituskyselyä sykemittauksen rinnalla varmistamaan palautumisen tilaa (esimerkiksi Pichot ym. 2000; Bosquet ym. 2003), eli pelkällä rasituskyselyllä voi palautumisen tilaa selvittää.

Tavoitteellisesti harjoittelevalle urheilijalle on varmasti mielekkäämpää tarjota tarkempaa testi-/harjoitusdataa ja testeillä voidaan periaatteessa varmentaa mikä osa-alue on urheilijalla parantunut (taloudellisuus, maksimihapenottokyky, voimantuottokyky, kynnyksarvot, jne.). Näin voidaan varmentaa onko harjoitusjaksolle aiottu osa-alueen parannus onnistunut. Kuitenkin, on syytä pitää mielessä, että esimerkiksi kestävyysurheilijalle aika-ajosuoritus tai sitä vastaava suoritus on tärkeämpi kehityksen mittari kuin anaerobisen kynnyksen nouseminen.

Taulukkoon 1 on koottu Kalevan kisojen 5000m kolmen parhaan loppuajat eri vuosilta. Siitä voidaan päätellä, että ennen teknisten apuvälineidenkin tuloa osattiin harjoitella juoksemaan kovaa; Vuoden 1953 jälkeen on loppuajat pysyneet kansallisella tasolla lähes muuttumattomana. Tokikin juoksuharrastajia voi nykyään olla vähemmän, ja siten parantuneet valmennusmenetelmät/valmennuksen apulaitteet näkyvät tason pysymisenä samana pienemmällä harrastajamäärällä.

TAULUKKO 1: Kalevan kisojen miesten 5000m kolmen parhaan loppuajat eri vuosilta. Lähde: Wikipedia.

Vuosi	1. loppuaika	2. loppuaika	3. loppuaika
1934	14:49	14:51	14:53
1953	14:22	14:22	14:35
1968	14:13	14:15	14:17
2004	14:16	14:24	14:28
2016	14:28	14:28	14:28

Loppupäätelmänä voisikin siis sanoa, että edullisia teknologisia apuvälineitä on kestä-

vyysvalmennukseen runsaasti tarjolla ja ne helpottavat testaamista ja valmennettavan harjoituksen seuraamista. Lisäksi, kuten nähtiin raportissa, monille laitteille voi löytää yllättäviäkin sovelluskohteita kirjallisuudesta, ja näitä sovelluskohteita voi käyttää yrityksensä palvelujen parantamiseen. Siitä huolimatta valmentajan tärkein pääoma on oma tietämys ja sen soveltaminen käytäntöön, eikä teknologisten laitteiden omistaminen tee valmentajasta parempaa alallaan. Kestävyysvalmentajan kannattaakin miettiä miten parhaiten käyttää pääomaansa yritystään perustaessaan tai parantaessaan; kuinka tarkkaan ja mitä ominaisuuksia hän haluaa valmennettaviltaan mitata.

5 Jotain aivan muuta

Viimeisessä luvussa esitellään vielä esimerkinoloisesti minkälaisia teknisiä apuvälineitä markkinoilla on nykyään tarjolla yksityisille ihmisille. Oikeastaan tekniikkaa on nykyään saatavilla lajiin kuin lajiin ja hyvin moneen tarkoitukseen kuten alla olevasta listasta voi todeta.

- Lumos (\$160): Pyöräilykypärä, joka näyttää suuntamerkkejä, jossa on valot ja jarruvalot.
- ICEdot (\$100): Kypärään kiinnitettävä kiihtyvyysanturi, joka kaatumisen yhteydessä havaitsee äkkipsäytyksen ja lähettää hätätekstiviestin ennalta valittuun numeroon.
- Recon Jet Smart Eyewear (\$500): "Silmälasit", jotka kertovat harjoitteludatan (syke, kalorit, jne.) suoraan oikean silmän nähtäväksi. Ei tarvitse vilkuilla rannekelloa.
- SPARTAN Cellphone Radiation Protective Boxers (\$43): suojaa genitaalialuetta radioaalloilta.
- IvoryBoard (\$550): sähkörullalauta.
- Fabric FLR30 Accelerometer (\$40): Kiihtyvyysanturijarruvalo polkupyörään.
- Smart Rope (\$80): Älykäs hyppynaru; kertoo hyppyjen määrä, kilokalorit ja intervalliharjoitteluohjelmaa. Näyttönä 23 LED-valoa, jotka tekevät narun pyöriessä hyppijän eteen näyttötaulun.
- Adidas MiCoach Smart Ball (\$200): Älyjalkapallo; kertoo tehon, kierteen, liikeradan sekä vinkkejä yksilölliseen harjoitteluun.
- CamelBak All-Clear (\$100): Juomapullo, joka neutralisoi nesteen bakteereista UV-säteen avulla.
- QardioCore Wireless ECG Monitor (\$450): Langaton puettava EKG-mittari.

- WHOOP Performance Optimization System for Athletes (\$500): Harjoittelua optimoiva rannetietokone.
- Actofit (\$100): Rannetietokone, joka tunnistaa liikeradat 75+ harjoitukseen ja pitää kirjaa kaikista tehdyistä harjoituksista, toistoista, sykkeestä, askelista, jne.
- InBody BAND (\$150): Rannetietokone, joka kertoo aktiivisuuden määrän, sykkeen, unenlaadun, rasvaprosentin ja lihasmäärän. Lisäksi analysoi kuinka hyvin olet suorittanut.
- ZIKTO Walk Fitness and Activity Tracker (\$100): Aktiivisuusranneke, joka myös analysoi kävelytekniikkaa.
- BionicGym (\$300, ei vielä markkinoilla): Kehovibraatioon perustuva kannettava laite, jonka mainostetaan polttavan kaloreita ja parantavan kestävyyskuntoa.
- Nike Hyperadapt 1.0 Self-Tying Sneakers (\$720): urheilukengät, jotka tuntevat kun kantapää iskeytyy kenkään ja osaa itse kiristää nauhat sopivalle kireydelle.
- Quell OptiTherapy (\$340): Kroonisille kipupotilaille lääkkeetön vaihtoehto. Stimuloi tuntohermoja, jotka välittävät stimulantin aivoihin, jossa aktivoituu kehon oma blok-kisysteemi kivun tunteelle.
- Equivital Performance Starter Kit (ei hintaa kerrottu): Sykevyö, joka mittaa respiratiota, unenlaatua, aktiivisuutta, lämmönsäätelyä, jne.
- Skinners (\$35): Sukka, joka suojaa jalkapohjaa kuin kenkä ja jota voi pitää siellä missä kenkääkin.
- Vernier Langaton kiihtyvyyden, voiman ja korkeusanturi (390e).
- Vernier CBR2 liikeanturi (160e): Mittaa kohteen nopeuden ja kiihtyvyyden itsensä suhteen 6m päähän (vrt. tutka).

LÄHTEET

- Abbiss, C., Quod, M., Levin, G., Martin, D. & Laursen, P. 2009 Accuracy of the velotron ergometer and srm power meter. *International Journal of Sports Medicine*, 30, 107–112.
- Abraham, C., Beiderman, Y., Ozana, N., Tenner, F., Schmidt, M., Sanz, M., Garcia, J. & Zalevsky, Z. 2015 Photonic non-contact estimation of blood lactate level. *Biomedical Optics Express*, 6 (10), 4144–4153.
- Banister, E. 1991 *Physiological Testing of Elite Athletes*, chap. Modeling elite athletic performance, 403–424. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Beattie, K., Kenny, I., Lyons, M. & Carson, B. 2014 The effect of strength training on performance in endurance athletes. *Sports Medicine*, 44, 845–865.
- Bickham, D., Bentley, D., Rossignol, F. L. & Cameron-Smith, D. 2006 The effects of short-term sprint training on mct expression in moderately endurance-trained runners. *European Journal of Applied Physiology*, 96, 636–643.
- Bonaventura, J., Sharpe, K., Knight, E., Fuller, K., Tanner, R. & Gore, C. 2015 Reliability and accuracy of six hand-held blood lactate analysers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 14 (1), 203–214.
- Borges, N. & Driller, M. 2016 Wearable lactate threshold predicting device is valid and reliable in runners. *The Journal of Strength and Conditioning*, 30 (8), 2212–2218.
- Bosquet, L., Papelier, Y., Leger, L. & Legros, P. 2003 Night heart rate variability during overtraining in male endurance athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 43 (3), 506–512.
- Candau, R., Grappe, F., Ménard, M., Barbier, B., Millet, G., Hoffman, M., Belli, A. & Ro- uillon, J. 1999 Simplified deceleration method for assessment of resistive forces in cycling. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31 (10), 1441–1447.
- Ching, T. & Connolly, P. 2008 Simultaneous transdermal extraction of glucose and lactate from human subjects by reverse iontophoresis. *International Journal of Nanomedicine*, 3 (2), 211–223.
- Dawson, B., Fitzsimons, M., Green, S., Goodman, C., Carey & Cole, K. 1998 Changes in performance, muscle metabolites, enzymes and fibre types after short sprint training. *European Journal of Applied Physiology*, 78, 163–169.
- Driller, M., Borges, N. & Plews, D. 2016 Evaluating a new wearable lactate threshold sensor in recreational to highly trained cyclists. *Sports Engineering*, 19 (4), 229–235.

- Faria, E., Parker, D. L. & Faria, I. 2005 The science of cycling: Physiology and training — part 1. *Sports Medicine*, 35 (4), 285–312.
- Friel, J. 2009 *The Cyclist's training bible*. Velopress: Boulder, Colorado, 4. painos.
- Gardner, A., Stephens, S., Martin, D., Lawton, E., Lee, H. & Jenkins 2004 Accuracy of srm and power tap power monitoring systems for bicycling. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36 (7), 1252–1258.
- Häkkinen, K. 2016 Part vii. *Advanced Course in Science of Sport Coaching and Fitness Testing*, Luentokalvot.
- Helgerud, J., Hoydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., Simonsen, T., Helgensen, C., Hjorth, N., Bach, R. & Hoff, J. 2007 Aerobic high-intensity intervals improve $\text{VO}_{2\text{max}}$ more than moderate training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39 (4), 665–671.
- Horita, T., Komi, P., Nicol, C. & Kyröläinen, H. 1996 Stretch shortening cycle fatigue: interactions among joint stiness, reflex, and muscle mechanical performance in the drop jump. *European Journal of Applied Physiology*, 73, 393–403.
- Kapanen, J. 2016 Paavo nurmi keskuksen testiaseman johtaja. Suullinen tiedonanto.
- Köteles, F., Dömötör, Z., Berkes, T. & Szemerszky, R. 2015 Polar ownindex is not a reliable indicator of aerobic training status. *Acta Physiologica Hungarica*, 102 (4), 419–427.
- Kraft, G. & R.A.Roberts 2017 Validation of the garmin forerunner 920xt fitness watch $\text{VO}_{2\text{peak}}$ test. *International Journal for Innovation Education and Research*, 5 (2).
- Leard, J. S., Cirillo, M. A., Katsnelson, E., Kimiatek, D. A., Miller, T. W., Trebincevic, K. & Carbalosa, J. C. 2007 Validity of two alternative systems for measuring vertical jump height. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (4), 1296–1299.
- Lintu, N., Holopainen, J. & Hänninen, O. 2005 Usability of textile-integrated electrodes for emg measurements. *Proceedings of Ambience Conference*, Tampere, Finland.
- MacDonald, K., Bahr, R., Baltich, J., Whittaker, J. L. & Meeuwisse, W. H. 2017 Validation of an inertial measurement unit for the measurement of jump count and height. *Physical Therapy in Sport*, 25, 15–19.
- Magness, S. 2010 The poor man's high speed video analysis. <http://www.scienceofrunning.com/2010/04/poor-mans-high-speed-video-analysis.html>, Haettu huhtikuussa 2017.
- McArdle, W., Katch, F. & Katch, V. 2007 *Exercise Physiology: Energy, Nutrition, & Human Performance*. Lippincott Williams & Wilkins, 6. painos.

- Phillips, M. 2016 What to know before buying a power meter. *Bicycling*, <http://www.bicycling.com/bikes-gear/guides/what-to-know-before-buying-a-power-meter>, Noudettu huhtikuussa 2017.
- Pichot, V., Roche, F., Gaspoz, J., Enjolras, F., Antoniadis, A., Minini, P., Costes, F., Busso, T., Lacour, J. & Barthélémy, J. 2000 Relation between heart rate variability and training load in middle-distance runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32 (10), 1729–1736.
- Pinot, J. & Grappe, F. 2011 The record power profile to assess performance in elite cyclists. *International Journal of Sports Medicine*, 32, 839–844.
- Polar 2017a Arvioitu maksimisyke (hrmax-p). http://support.polar.com/fi/tuki/Arvioitu_maksimisyke, Noudettu huhtikuussa 2017.
- Polar 2017b Polar-kuntotesti ja ownindex. http://support.polar.com/fi/tuki/Polar_kuntotesti_ja_OwnIndex.
- Puurtinen, R. 2016 Suullinen tiedonanto.
- Quod, M., Martin, D., Martin, J. & Laursen, P. 2010 The power profile predicts road cycling mmp. *International Journal of Sports Medicine*.
- Rønnestad, B., Hansen, J., Hollan, I. & Ellefsen, S. 2015 Strength training improves performance and pedaling characteristics in elite cyclists. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 25, e89–e98.
- Rønnestad, B. & Mujika, I. 2014 Optimizing strength training for running and cycling endurance performance: A review. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 24, 603–612.
- Samozino, P., Morin, J.-B., Hintzy, F. & Belli, A. 2008 A simple method for measuring force, velocity and power output during squat jump. *Journal of Biomechanics*, 41, 2940–2945.
- Sayers, S., Harackiewicz, D., Harman, E., Frykman, P. & Rosenstein, M. 1999 Cross-validation of three jump power equations. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31, 572.
- Schutz, Y. & Herren, R. 2000 Assessment of speed of human locomotion using a differential satellite global positioning system. *Med Sci Sports Exerc*, 32 (3), 642–646.
- Shephard, R. J. & Åstrand, P.-O. (eds.) 2000 *The Encyclopaedia of Sports Medicine: An IOC Medical Commission Publication: Endurance in Sport*. Wiley-Blackwell, 2. painos.
- Skinner, J. (ed.) 2005 *Exercise Testing and Prescription for Special Cases*. Lippincott Williams & Wilkins, 3. painos.

- Smith, J. W., Moran, M. F. & Foley, J. T. 2013 Effect of gps feedback on lactate threshold pacing in intercollegiate distance runners. *International Journal of Exercise Science*, 6 (1), 74–80.
- Tikkanen, O., Hu, M., Vilavuo, T., Tolvanen, P., Cheng, S. & Finni, T. 2012 Ventilatory threshold during incremental running can be estimated using emg shorts. *Physiological Measurement*, 33 (4).
- Trainingpeaks & Ganoung, G. 2015 What is normalized power? <https://www.trainingpeaks.com/blog/what-is-normalized-power/>, Noudettu Huhtikuussa 2017.
- Turner, A., Owings, M. & Schwane, J. 2003 Improvement in running economy after 6 weeks of plyometric training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17, 60–67.
- Vesterinen, V., Häkkinen, K., Laine, T., Hynynen, E., Mikkola, J. & Nummela, A. 2016 Predictors of individual adaptation to high-volume or high-intensity endurance training in recreational endurance runners. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26 (8), 885–893.