

MAANTIOPYÖRÄILYN LAJIANALYYSI JA VALMENNUKSEN OHJELMOINTI

Pekka Matomäki

Valmennus- ja testausoppi
LBIA028 Valmentajaseminaarityö
Syksy 2016
Liikuntabiologian laitos
Jyväskylän yliopisto
Työnohjaaja: Antti Mero

TIIVISTELMÄ

Pekka Matomäki, 2016. Maantiepyöräilyn lajiansalyysi ja valmennuksen ohjelmointi. Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto, Valmennus- ja testausopin seminaarityö, 84 s.

Biomekaniikka. Liikkeenä pyöräily jaetaan poljinkierrokseen, joka alkaa jalan ollessa yläasennossa ja loppuu seuraavaan yläasentoon. Pyöräilijän poljintiheys (eli kadenssi) vaihtelee ollen noin 60 – 110 kierrosta minuutissa. Koska pyöräilijöiden jalat ovat kiinnitetty ennalta määrättyä ympyrärataa tekevään kampeen, tekniikan muuttaminen tarkoittaa käytännössä yleensä alaraajojen lihasten aktivaatioaikojen tai -voimakkuuksien muuttamista. Lisäksi polkemisliike on lähes yksinomaan konsentrista työtä, jolloin pyöräilyssä ei voida hyödyntää juoksussa olennaisesti auttavaa venymis-lyhenemissykliä. Suurin voima tuotetaan 90 – 110 ° kulmalla poljinkierroksen alaspainamisvaiheessa ja vastaavasti ylösnostovaiheessa positiivista voimaa ei juuri tuoteta normaalissa matka-ajossa. Suurin vastustava voima pyöräilyssä on ilmanvastus, jonka voittamiseen käytetään > 80 % energiasta yli 30 kmh nopeuksilla.

Fysiologia. Pyöräily ei eroa fysiologisilta ominaisuuksiltaan juurikaan muista kestävyysurheiluilta. Suurin eroavaisuus on lähes puhtaasti konsentrisen liikkeen suoman pienen lihaskuitumäärän mahdollistavat pitkät kilpailut ja harjoitteluvolumit, joiden takia energiankulutus viikkotasolla voi olla hyvinkin suurta. Suurin osa energiasta maantiepyöräilyssä tuotetaan aerobisesti, jolloin hapenottokyky on olennaisessa osassa pyöräilyä. Kuitenkin, maksimi-hapenottokykyä tärkeämpiä ominaisuuksia hyvään pyöräilysuoritukseen ovat tehontuotto anaerobisella kynnyksellä, suuri prosentuaalinen määrä hitaita I-lihaskuituja sekä takypneattisen siirtymän puuttuminen (ts. rasiituksen kasvaessa kertahengitystilavuus ei saavuta tasannetta kuten kestävyysurheilijoilla yleensä, vaan sen sijaan jatkaa kasvamistaan koko ajan rasiitustasoa nostaessa).

Kansainvälinen huippupyöräilijä. Kansainvälisellä huipulla pyöräilevä maantiepyöräilijä harjoittelee noin 900 – 1300 tuntia vuodessa. Hänellä on jopa 90 kilpailupäivää vuodessa ja kilpailukausi on pitkä, alkaen helmi-maaliskuulta ja jatkuen aina lokakuulle asti. Tyypillisiä fysiologisia arvoja kansainvälisellä pyöräilijällä ovat VO_{2max} : 70 – 80 ml/kg/min miehillä ja 60 – 70 ml/kg/min naisilla; Anaerobinen kynnyks: >85 % VO_{2max} miehillä ja > 80 % VO_{2max} naisilla, 40 km aika-ajo < 56 min miehillä ja 30 km aika-ajo naisilla < 45 min. Maantiekilpailun intensiteetti vaihtelee huomattavasti; Jopa 30 % kilpailusta voidaan edetä < 100 W tehoilla, kun taas vastaavasti yli 10 minuuttia edetään yli 7.5 W/kg tehoilla (miehillä 530 W, naisilla 430 W).

Valmennuksen ohjelmointi. Valmennus on harjoittelun, levon ja ravinnon oikeanlaista jakamista. Näistä harjoittelussa runsaalla peruskuntoharjoittelulla luodaan pohjaa, jotta pyöräilijä jaksaisi pääjoukon mukana kilpailuissa ja jotta pyöräilijä olisi valmis kovaintensiteettisen harjoittelun tuomalle stressille. Nykyään myös (maksimi)voimaharjoittelu kuuluu olennaise-

na osana maantiepyöräilyharjoittelua. Pääosa harjoittelusta tehdään kuitenkin pyörän päällä. Seuraava palanen valmennuksessa on lepo, joka on herkimmin sivuutettu osa urheilua. Kuitenkin, riittävä lepo ja riittävän pitkät säännölliset yöunet — pituudeltaan jopa 10 – 12 tuntia — takaavat palautumisen harjoittelun kuormituksesta. Toisin katsottuna, liian vähäinen lepo ja uni haittaavat suorituskykyä. Viimeisen palasen — ravitsemuksen — suurin haaste maantiepyöräilyssä on riittävä hiilihydraatinsaannin turvaaminen kehon glykogeeni-varastojen täydentämiseen ja suuren energiankulutuksen kattamiseen. Suuren energiantarpeen täydentämisen seurauksena pyöräilijät saavat helposti riittävästi proteiinia. Pääsääntöisesti monipuolinen suositusten mukainen ruokavalio soveltuu myös maantiepyöräilijöille. Kovien harjoitusten ympärillä olevat ateriat ovat poikkeus kansallisista suosituksista ja tuolloin kannattaa suosia korkean glykemiaindeksin omaavia sokeripitoisia ja rasvattomia ruoka-aineita.

Sisällys

TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO	1
2 LAJIN OMINAISPIIRTEET: BIOMEKANIikka	3
2.1 Liikettä vastustavat voimat	3
2.2 Lihasaktivaatio polkemisessa	4
2.3 Voimantuotto	7
2.4 Liikkeen laajuus	13
2.5 Voimantuottoon vaikuttavia tekijöitä	13
3 LAJIN OMINAISPIIRTEET: FYSIOLOGIAA	15
3.1 Maksimaalinen hapenottokyky VO_{2max}	16
3.2 Kynnysarvoja	17
3.3 Taloudellisuus	19
3.4 Väsyminen	20
3.5 Hengitys	21
3.6 Optimaalinen kadenssi	22
3.7 Harjoittelun adaptaatiot	22
4 LAJIN OMINAISPIIRTEET: MUUTA	26
4.1 Riskit ja loukkaantumiset	26
4.2 Erikoinen joukkuelaji	27
4.3 Psykologia	28
4.4 Kilpailutaktiikkaa	29
4.5 Erikoistuminen	30
4.6 Doping	30
5 HARJOITTELUANALYYSI	35
5.1 Harjoittelumäärät	35
5.2 Ravitseminen	35
5.3 Harjoittelun seuranta	36
5.4 Tehoprofiili	37
5.5 Tapausesimerkki urapolusta	37
6 KANSAINVÄLISEN TASON PYÖRÄILIJÄ	41

6.1	Ammattipyöräilijän fysiologia	41
6.2	Kilpailun vaatimukset	42
7	LAJIN TILA SUOMESSA	43
7.1	Järjestelmä	43
7.2	Maantiepyöräilyä järjestelmän alla	44
7.3	Lajin tila nyt ja tulevaisuudessa	44
8	VALMENNUKSEN OHJELMOINTI	46
8.1	Ohjelmointi harjoituskaudella	46
8.2	Ravitseminen	51
8.3	Uni	56
8.4	Urheilijan esittely	57
8.5	Vuosisuunnitelma	58
8.6	Harjoituskauden esimerkkiviikko ja -päivä	61
8.7	Kilpailukauden esimerkkiviikko ja -päivä	63
9	LOPPUSANAT	66
	LÄHTEET	68

1 JOHDANTO

Maantiepyöräily on eräs vaativimmista kestävyyslajeista ja kilpailijat joutuvat kohtaamaan hyvin erilaisia olosuhteita (maantietä, mukulakiviä, vuoristoa, tasamaata) sekä vaihtuvia kilpailutilanteita (kortteliajoa kaupungissa, sprinttejä, maantieyhteislähtöjä sekä yksin ajettavia aika-ajoja). Kilpailut ovat kestoaltaan muutamasta minuutista (lyhyt aika-ajo) kolmeen viikkoon (ammattilaisten suuret ympäriajot), kilpailumatkojen vaihdella muutamasta kilometristä 4000 kilometriin. Lisäksi kilpailijoilla (ammattilaisilla) saattaa olla ~ 90 kilpailupäivää vuodessa.

Neljä seikkaa korostuvat maantiepyöräilyssä: Pitkät kilpailut, suuri vauhti ja sen takia peesaamisen — ja ylipäättään ilmanvastuksen — tuoma taktillinen puoli, kilpailujen sisällä intensiteetin huomattava vaihtelu, sekä etenemisen tapahtuminen lähes puhtaasti konsentrisellä liikkeellä. Nämä pääasialliset seikat luovat maantiepyöräilylle sen oman erikoileimansa.

Pitkät kilpailut. Yksittäisten kansainvälisten yhden päivän kilpailujen kestot vaihtelevat 2 – 6.5 tunnin välillä. Lisäksi pyöräilyssä järjestetään monia etappikilpailuja, jossa päivittäisiä, tyypillisesti 3 – 6 tunnin etappeja, yhdistetään kahdesta aina 21:een kappaleeseen. Tämä asettaa kilpailijoiden aerobiselle kestävyydelle ja palautumiselle rankkoja vaatimuksia. Suomen kansallisella tasolla kilpailut ovat kestoaltaan hieman lyhyempiä, tyypillisesti välillä 2 – 4.5 tuntia, eikä Suomessa etappikilpailuja ole paljon tarjolla.

Vauhdin merkitys. Maantiepyöräilyssä on erittäin suuret kilpailuvauhdit (tuulesta riippuen tasamaalla 40 – 50kmh), jonka johdosta suurin etenemistä vastustava voima on ilmanvastus. Peesaaminen toisen ajajan takana – toisin sanottuna ajamalla 0.2 – 1 m päästä edelläajavan takarenkaasta — vähentää tuntuvasti tätä ilmanvastusta, jolloin peesaaminen ja tuulen huomiointi antavat suuria taktisia mahdollisuuksia kilpailijoille. Näistä syistä johtuen maantiepyöräily onkin hyvin pitkälti joukkueurheilua: apuajajat auttavat joukkueensa kapteenia tarjoten peesisuojaa ilmanvastukselta. Lisäksi suuri nopeus voi aiheuttaa psykologisia pelkotiloja jolloin esimerkiksi loppukiriin erikoistuvien ei tule olla arkoja.

Intensiteetin vaihtelu. Koska peesaaminen muodostaa niin tärkeän edun pyöräilyssä, on pysyminen tuossa peesissä hyvin tärkeää. Tämä aiheuttaa huomattavaa intensiteetin vaihtelua kilpailun aikana; yhden joukkueen nostaessa vauhtia, on muiden tehtävä samoin pysyä mukana vauhdissa mukana. Samaten irtaantumisyriytykset pääjoukosta aiheuttavat huomattavaa kiihdytystä koko pääjoukossa, jos kaikki joukkueet eivät halua päästä irtaantuvia lähtemään. Niinpä toisin kuin esimerkiksi pitkän matkan juoksuissa, maantiepyöräilyn tempovaihtelut ovat huomattavia: kilpailun aikana voi olla paljon hyvin rauhallista ajoa, mikä voikin muuttua koska tahansa hyvin intensiteettiseksi. Tällöin kilpailijan tulee olla paitsi aerobisesti kestävä myös kykenevä nopeisiin kiihdytyksiin ja pystyttävä ylläpitämään maksimikestävyysalueen vauhtia ja palautumaan kilpailun sisällä yksittäisistä kovista suo-

rituksista.

Konsentrisen liike. Pyöräilyssä jalat ovat kiinnitettynä polkimiin, jotka pyörivät ennalta määrättyä ympyrärataa. Suurin osa voimasta tuotetaan konsentrisesti painamalla poljinta. Eksentrisen ja mekaanisesti hakkaavan liikkeen puuttuessa lähes kokonaan, ei suuria lihasvaurioita juurikaan pyöräillessä synny. Tämä on selittävä tekijä yllä mainituille pitkille kilpailuille ja moniin kilpailupäiviin vuodessa. Lisäksi mekaanisen rasituksen ollessa hyvin pientä voivat kilpapyöräilijät jo hyvin aikaisessa vaiheessa uraansa harjoitella tuntimääräisesti verrattain suurella voluumilla.

Maantiepyöräilykilpailun kulku. Yksinkertaisuudessaan maantiepyöräilyn yhteislähtökilpailussa kaikki kilpailijat lähtevät samaan aikaan matkaan ja ensimmäisenä maaliviivan ylittänyt on voittaja. Kuitenkin, käytännössä on käynyt hyvin selväksi että hyväkään pyöräilijä harvoin pärjää pitkää kilpailua yksinään, suurimpana syynä ilmanvastuksen tuoma taktillinen puoli kilpailussa. Niinpä maantiepyöräily onkin joukkueurheilua siinä mielessä, että seura — tai joukkue — lähettää kilpailuun usean ajajan, joista useimmiten yksi valitaan joukkueen kapteeniksi. Muut joukkueen jäsenet avustavat parhaansa mukaan kapteeniksi valitun kilpailua antamalla peesiapua, tuomalla ravintoa pitkän kilpailun aikana, ajamalla irtiottoja kiinni, häiritsemällä irtioton kiinniajamista, jne. Tällä tavoin joukkue parantaa mahdollisuuksiaan kilpailla voitosta. Usein seuran tai joukkueen vahvuutta arvioidaankin yksinomaan kapteenin menestyksen perusteella, sillä tunnetusti apuajajan sijoittuminen kilpailussa on usein toisarvoista, sillä hänen pääasiallinen tehtävänsä on auttaa kapteenia matkan aikana. Usein hankalissa olosuhteissa (esimerkiksi kylmä, vesisateinen keli) monet apuajat eivät edes aja maaliin saakka jos he katsovat ettei heidän panokseellaan ole enää hyötyä joukkueen kannalta.

Useimmat ammattipyöräilijät erikoistuvat yhteen tiettyyn ominaisuuteen (erään jaottelun ollessa esimerkiksi tasamaa-, aika-ajo-, vuoristo-, mukulakivi- ja sprinttispesialisteihin), ja osittain ajajan antropometriset mitat (pituus, paino, tuulipinta-ala) määräävät mihin ominaisuuteen hänen kannattaisi panostaa. Riippuen siis omista vahvuuksistaan, voi kilpailija erikoistua johonkin tiettyyn ominaisuuteensa ja keskittyä tiettyntyyppisiin kilpailuihin. Toisaalta maantiepyöräily vaatii jokaiselta kilpailijalta riittävän yhdistelmän hyvää kestävyyttä, anaerobista kuntoa, nopeutta sekä taktista osaamista ja uskaltamista. Tässä työssä keskitytäänkin pääsääntöisesti maantiepyöräilyn kaikille yhteisiin ominaisuuksiin. Tarkoitus on antaa tutkimukseen perustuva yleiskuva siitä mitä vaatimuksia maantiepyöräily asettaa keholle, minkälainen on pyöräilyn biomekaniikka ja minkälainen taso pyöräilijän tulisi suurin piirtein saavuttaa pärjätäkseen kansainvälisellä tasolla. Työ sisältää joitakin matemaattisia kaavoja, jotka saattavat helpottaa asian ymmärtämistä joillekin. Korostettakoon kuitenkin, että työn lukeminen ei edellytä matemaattista osaamista.

2 LAJIN OMINAISPIIRTEET: BIOMEKANIikka

Periaatteessa biomekaniikka kertoo pyöräilyn lihasaktivaatioista sekä tuotetuista tehoista ja voimista. Erityisesti voidaan tutkia miten ajaja voi valinnoillaan (satulan korkeus, etunojan suuruus, kammien pituus, satulaputken kulma) vaikuttaa näihin komponentteihin. Biomekaniikka on myös välttämätön apuvälineenä optimoidessa liikkuvaa ihmistä mekaaniseen laitteeseen nimeltään polkupyörä (vrt. Too 1990).

2.1 Liikettä vastustavat voimat

Pyöräilyssä liikettä vastustavista voimista suurin on ilmanvastus; yli 30kmh nopeuksilla ilmanvastuksen voittamiseen kaikista vastustavista voimista menee $> 80\%$ käytetystä energiasta (Kyle 1979; Too 1990; Faria ym. 2005a). Muita vastustavia voimia ovat: pyörimiskitka, sisäinen kitka (kiekkojen pyörivissä navoissa, ketjuissa), potentiaalienergian muutos ylämäkeen pyöräillessä ja kineettisen energian muutos kiihdytettäessä vauhtia (Martin ym. 1998). Ottamalla nämä kaikki vastukset huomioon, voidaan johtaa matemaattinen malli tarvittavalle teholle annetuille muuttujille, ja tällaisen kaavan ero todellisiin arvoihin on hyvin olematon; Martin ym. (1998) mukaan keskivirhe olisi vain ± 3 W.

Koska muut liikettä vastustavat voimat ovat hyvin vähäisiä ilmanvastukseen verrattuna, ei niihin tässä yleiskatsauksessa oteta kantaa. Ilmanvastus on yhteissumma ajajan ja pyörän tuulipinta-alasta ja myös pyörivien kiekkojen aiheuttamasta ilmanvastuksesta pintojen halkoessa tuulta. Kiekkojen pyörimisestä aiheutuva ilmanvastuksen pienentämiseksi on kehitelty umpikiekkoja ja komposiitista tehtyjä kolmipinnaisia kiekkoja, joiden ilmanvastus on pienempää kuin normaalin teräspinoista rakennetun kiekon (Gregor ym. 1991).

Suurin ilmanvastusta pienentävä seikka maantiekilpailuissa on muiden pyöräilijöiden peesaaminen. Energiankulutuksella (tai hapenkulutuksella) ja tehoissa mitattuna peesauksen etu on noin 20-40 % riippuen paljolti ylläpidettävästä nopeudesta ja peesauksen laajuudesta¹. Voidaan laskea, että tasaisella maantiellä, tyynellä kelillä 40kmh nopeuden ylläpitäminen vaatii yksin ajaessa noin 275 W tehontuottoa (Martin ym. 1998). Tällöin yhden ajajan peesissä selviäisi noin 200 W (-25 %) tehontuotolla, ja laskennallisesti pääjoukon keskellä selviäisi noin 150 W (-40%) tehontuotolla. Äärimmäisenä tapausesimerkkinä eräässä mittauksessa hyvä peesaaja on selvittänyt 6 tunnin, 40km/h keskinopeuksisen Ranskan ympäriajon tasamaaetapin 98 W keskitehoilla (Jeukendrup ym. 2000).

¹Jonossa peesauksen etu 32kmh vauhdilla on noin 18 %, 40kmh nopeudella 25 – 30 %, 45 kmh 30–35 % ja 60 kmh 30–36 %. Pääjoukkoa mallintaen, kahdeksan pyöräilijän peesaaminen 40kmh nopeudella tuo noin 40 % energiansäästön (Kyle 1979; McCole ym. 1990; Broker ym. 1999; Jeukendrup ym. 2000; Edwards & Byrnes 2007).

Paitsi että peesaaaja hyötyy edelläajajasta, myös edelläajaja hyötyy hieman takana ajavasta, sillä peesaaaja alentaa jonossa edellä ajavan pyöräilijän ilmanvastusta ohjaten muodollaan ilmaa paremmin ja vähentäen etummaisesta pyöräilijän taakse syntyvää turbulenssia. Tämä etu on tosin hyvin pieni; laskennallisesti 54 kmh nopeudella aika-ajovarusteissa takana ajava vähentää 40 km matkalla etummaisesta aikaa noin 34 sekuntia (Blocken ym. 2013), mikä nopeudessa tarkoittaa noin 0.7kmh (ja tehossa $\sim 15 - 20$ W käyttäen kaavaa (1)). Suurissa kilpailuissa moottoripyöräkameran peesatessa pyöräilijää esimerkiksi 50 km aika-ajossa, aikaparannus pyöräilijällä on laskennallisesti jopa 60 s jos moottoripyörä seuraa 1 m pyöräilijän takana (Blocken ym. 2016).

Vaikka makaavampi asento on ilmanvastuksen kannalta parempi, on syytä huomata, että aeroasennossa aika-ajopyörällä hapenkulutus, syke ja RER arvot kohoavat ja hyötysuhde laskee kertoen aeroasennon kasvattavasta metabolisesta rasituksesta (Faria ym. 2005a, Glaskin 2014, sivu 135). Toisaalta aeroasennon ilmanvastuksen väheneminen on niin suurta (-30 %), että se peittää syntyneen metabolisen kustannuksen (Faria ym. 2005a). Mutta tämä tarkoittaa, että kumaraan mennessä jossain kohtaa tulee optimaalinen raja metabolisen kustannuksen ja aerodynaamisen hyödyn välillä.

Pyöräilijän koko vaikuttaa ilmanvastukseen; Vaikka painavimmilla on suurempi tuulipinta-ala, pyöräilijöiden tuulipinta-ala vaihtelee sen verran vähän yksilöstä toiseen, että kevyemmillä pyöräilijällä on suurempi ilmanvastus kehon painokiloa kohti, jolloin he ovat heikommilla tasamaalla edetessä. Ylämäkeen mennessä, tilanne on toinen: Vaikka kevyelle pyöräilijälle pyörän paino on prosentuaalisesti suurempi kuin painavammalla pyöräilijällä, siitä huolimatta painokiloa kohti hapenkulutus on pienelle pyöräilijälle edullisempi ylämäkeen kuin suurelle pyöräilijälle. (Faria ym. 2005a).

Alamäkeen mennessä painavammalla on taas etu, kuten seuraavalla laskulla nähdään. Olkoot h ylämäen korkeus, v nopeus mäen alla, A ilmanvastuskerroin (tuulipinta-ala + ilmanpaineesta johtuva kerroin) ja m ajajan massa:

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + Av^2$$

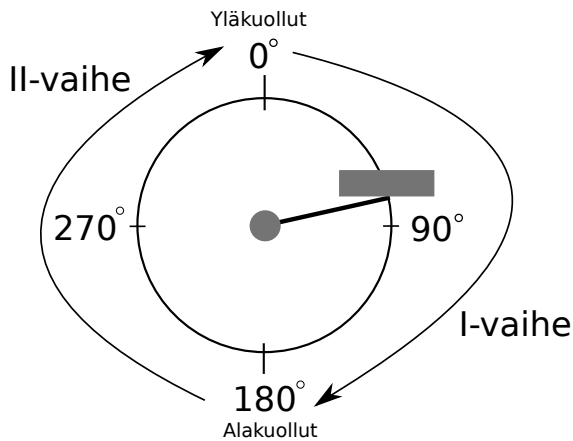
$$\implies v = \sqrt{\frac{2gh}{1 + \frac{2A}{m}}}.$$

Koska pienellä pyöräilijälle ilmanvastus painokiloa kohti on suurempi kuin isolla, nähdään, että kevyellä pyöräilijällä on mäen alla pienempi nopeus kuin isolla.

2.2 Lihasaktivaatio polkemisessä

Poljinkierros voidaan jakaa kahteen vaiheeseen (kuva 1): Vaihe I on alaspainamisen vaihe ($0^\circ - 180^\circ$), jolloin tuotetaan suurin osa voimasta. Vaihe II on ylösnoston vaihe ($180^\circ - 360^\circ$),

jolloin poljin palautetaan jälleen yläasentoon.



KUVA 1: Poljinkierros (kuvassa oikea poljin sivulta katsottuna) jaetaan I- ja II-vaiheisiin. Näiden välillä on yläkuollut ja alakuollut alue (noin 10–20 asteen kokoiset), joissa voimantuotto on hyvin minimaalinen.

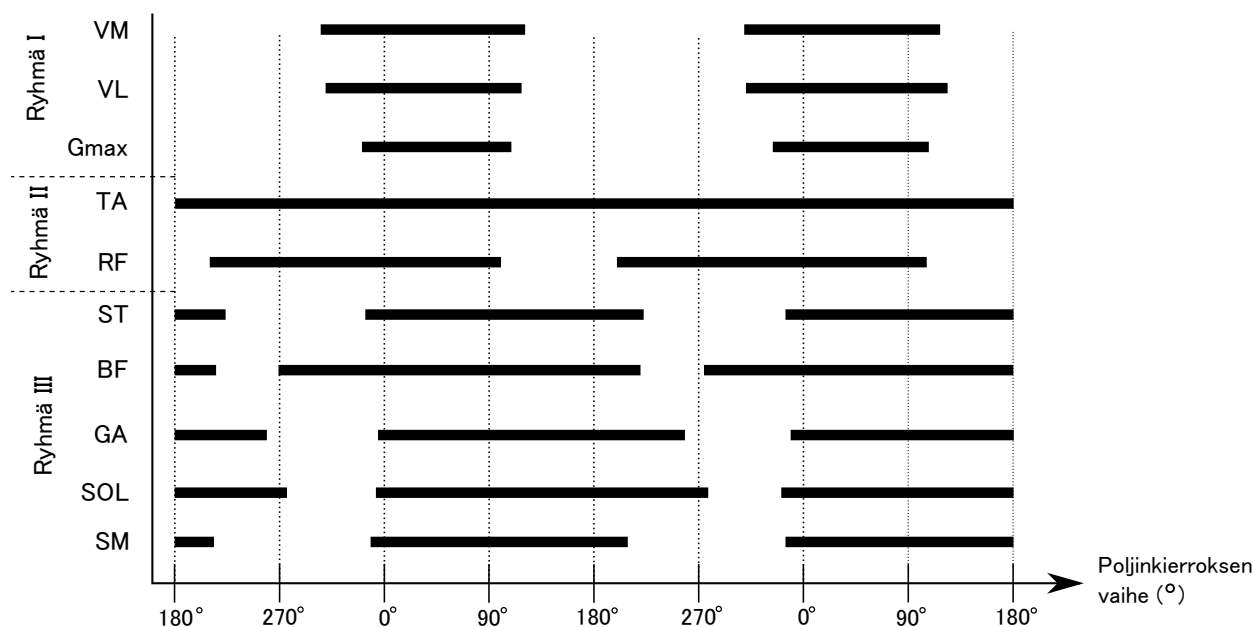
Polkemisliike on lähes yksinomaan konsentrisen (lihas lyhenee supistuksessa), jolloin pyöräilyssä ei voida hyödyntää juoksussa olennaisesti auttavaa venymis-lyhenemissykliä. Asmussen & Bonde-Petersen (1974) osoittivat, että kun juoksussa noin 35 – 53 % askeleen vastaanottamisesta tapahtuvasta negatiivisesta eksentrisestä työstä tulee uudelleen käyttöön juoksun ponnistusvaiheessa, on vastaava luku pyöräilyssä hyvin lähellä 0 %, mikä johtuu siitä, että pyöräilyssä aktiivista lyhenemistä (alaspolkaisuvaihe) seuraa rentoutusvaihe (ylönosto) kun taas juoksussa venytystä (askeleen vastaanottaminen) seuraa välittömästi aktiivinen lyheneminen (ponnistus), jolloin kuminauhamaisesti venyneet jänteet voivat palauttaa osan energiasta liikkumiseen. Myöhemmin on tosin huomattu, että pohkeen lihaksissa näyttäisi pyöräillessäkin tapahtuvan pientä venymislyhenemissykliä etenkin suureilla poljinkierroksilla (Abbiss & Laursen 2005).

Lihasktivaatiota mitataan pyöräillessä pääsääntöisesti pinta-EMG-menetelmällä, jossa ihon pintaan kiinnitetyllä elektrodilla mitataan elektrodin alla olevan lihaksen sähköistä aktivaatiota. Yksinkertaistettuna havaittu sähköinen aktivaatio on sitä suurempaa mitä enemmän lihasta jännitetään ja mitä enemmän voimaa tuotetaan. Koska pyöräilyliikkeessä lihas ei ole täysin levossa missään vaiheessa, asetetaan usein jokin aktivaatoraja, jonka alapuolella lihas mielletään inaktiiviseksi ja yläpuolella aktiiviseksi. Eri tutkimuksien välillä on havaittu pyöräilyn lihasaktivaatioissa huomattavia eroavaisuuksia, ja nämä saattavat johtua elektrodien fyysisestä sijoituksesta eri paikkoihin, elektrodien valmistelusta, aktivaatorajan valinnasta, pyörän säätöjen erilaisuuksista ja yksilöiden välisistä eroista lihasaktivaatioissa (so. poljintekniikassa). (Gregor ym. 1991; Fonda & Sarabon 2010).

Aktivaatioissa tapahtuvista vaihteluista huolimatta, lihasaktivaatioissa on huomattu myös paljon yhteneväisyyksiä, ja tyypilliset lihasaktivaatiot pääliharyhmiltä on piirretty kuvaan 2. Poljinkierroksen ylävaiheessa (300° – 130°) aktiivisina ovat lantion ojentaja Gluteus maxi-

mus (GMax, maksimi 80°) ja polven ojentajista Vastus lateralis (VL) ja Vastus medialis (VM) (maksimit 30°). Rectus femoris (RF) toimii polvea ojentaen ja lantiota koukistaen ollen aktiivisena pitkän jakson n. 200° — 110° (maksimi 20°). Pohkeen suurimmat lihakset Soleus (SOL) sekä Gastrocnemius (GA) ovat aktiivisia lähes koko poljinkierroksen ajan (350° – 270°, maksimit 90° – 110°) ja ne osallistuvat nilkan nivelen stabilointiin. Lisäksi GA auttaa polven koukistuksessa. Säären suurin lihas Tibialis anterior (TA) on aktiivinen lähes koko poljinkierroksen aikana (maksimi 280°) ja sen pääasiallinen työ on nilkan nivelen stabilointi ja myös sen dorsifleksio. Takareiden lihakset Semimembranosus (SM), Semitendinosus (ST) ja Biceps femoris (BF) koukistavat polvea ja BF lisäksi ojentaa lantiota. Näistä SM ja SL ovat aktiivisia 10° – 230° (maksimi 100°) ja BF on aktiivinen lähes koko kierroksen ajan (250° – 230°, maksimi 110°). (Fonda & Sarabon 2010).

Raasch & Zajac (1999) esittivät polkemistekniikan jakamalla lihakset kolmeen ryhmään niiden tarkoituksen mukaan: (1) yhden nivelen yli menevät polven sekä lantion ojentajat ja koukistajat (Etureisi: VM, VL; takareisi: BF:n lyhyt pää; lantio: GMax, Iliopsoas); (2) Jalan etuosan muut suuret lihakset: TA sekä kahden nivelen yli menevä RF; (3) Jalan takapuolella olevat kahden nivelen yli menevät Hamstring-lihakset (ST, SM, BF:n pitkä pää) sekä pohkeen lihakset (SOL, GL, GM). Ryhmän (1) tehtävä on tuottaa polkemiseen tarvittava voima, ja ryhmät (2) ja (3) pääasiassa suuntavaat ja välittävät voimaa. Ryhmä (2) auttaa siirtymisestä I-vaiheesta II-vaiheeseen ja ryhmä (3) auttaa II-vaiheesta uuden I-vaiheen aloittamiseen.



KUVA 2: Hetket jolloin pyöräilyn päävaikuttajalihakset ovat aktiivisia kahden poljinkierroksen aikana EMG:n mukaan. Lihakset on ryhmitelty käyttäen Raasch & Zajac (1999) jaottelua. Lihakset: Vastus medialis (VM), Vastus lateralis (VL), Gluteus maximus (GMax), Tibialis anterior (TA), Rectus femoris (RF), Semitendinosus (ST), Biceps femoris (BF), , Gastrocnemius (GA), Soleus (SOL) ja Semimembranosus (SM). Aktiivisuuden aste ei luonnollisestikaan ole koko ajan sama. Data saatu Gregor ym. (1991); Fonda & Sarabon (2010).

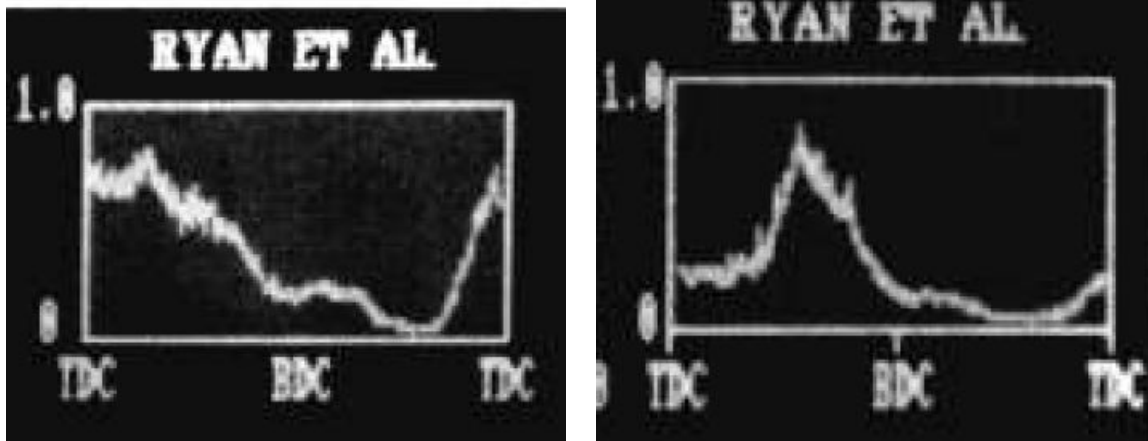
Toinen mahdollinen jako on yksi- ja kaksinivelisiin lihaksiin (Gregor ym. 1991; Fonda & Sarabon 2010). Nämä aiheuttavat polkemiseen näennäisen ristiriidan (vrt. kuva 2): Takareiden polven koukistajat (ST, SM, BF) ovat aktiivisia I-vaiheessa, vaikka kyseessä on polven ojennusliike, ts. vaikuttaja- ja vastavaikuttajalihakset toimivat samaan aikaan. Tämä voidaan selittää kahden nivelen yli kulkevilla lihaksilla; vaikka ST, SM ja BF aiheuttavatkin polven koukistusta, ne aiheuttavat myös lantion ojennusta, mitä myös tapahtuu polkemisen I-vaiheessa (vrt. Gregor ym. 1991, Enoka 2015, Esimerkki 6.6). Niinpä voisi ajatella, että poljintekniikassa olennaisinta on oppia ajoittamaan lihasaktivaatiot niin, ettei turhaa vaikuttaja- ja vastavaikuttajalihasten samanaikaista aktivaatiota tapahtuisi ja että voima opittaisiin suuntaamaan oikein. Tämän vaikeuden näkee erityisesti pikkulapsilla, jotka ensimmäistä kertaa harjoittelevat polkemisliikettä. Toisaalta, pyöräilyssä motoristiset taidot eivät ole merkittävässä roolissa menestyksessä (Larson & Maxcy 2012), esimerkiksi taloudellisuudessa ei ole suuriakaan eroja polkijoiden välillä. Tämä ei tarkoita, etteikö motoriikkaa tulisi pyöräilyssä harjoitella, mutta että tietyn tason saavutettua, motoriikan merkitys on vähäinen.

Lihasktivaatio on eräs suurimmista tekniikkaan vaikuttavista tekijöistä ja, kuten mainittua, se vaihtelee suuresti yksilöittäin mutta huomioitavaa on myös aktivaation vaihdellessa poljinkierroksesta toiseen samallakin yksilöllä (Gregor ym. 1991; Blake ym. 2012). Vaihtelevat tekijät lihasaktivaatiossa ovat niiden magnitudit sekä ajoitukset. Takareiden lihasten (ryhmä (3): BF, ST, SM) ja säären suurimman lihaksen TA aktivaatioiden variaatio on suurempaa kuin etureiden (RF, VL, VM) lihasten (Gregor ym. 1991). Lihasktivaatiotutkimuksilla voidaan erinomaisesti tutkia miten tekniikat vaihtelevat eri polkijoilla. Esimerkiksi kuvassa 3 nähdään miten takareiden BF aktivoituu eri tavoin kahdella eri polkijalla. Kadenssin — eli poljinkierrosten lukumäärä minuutissa — nostaminen vaikuttaa siten, että lihasaktivaatio alkaa aikaisemmin poljinsyklissä (Fonda & Sarabon 2010; Blake ym. 2012), jotta vääntö saataisiin suhteellisen konsistentisti ajoitettua samaan aikaan poljinkierrosta.

2.3 Voimantuotto

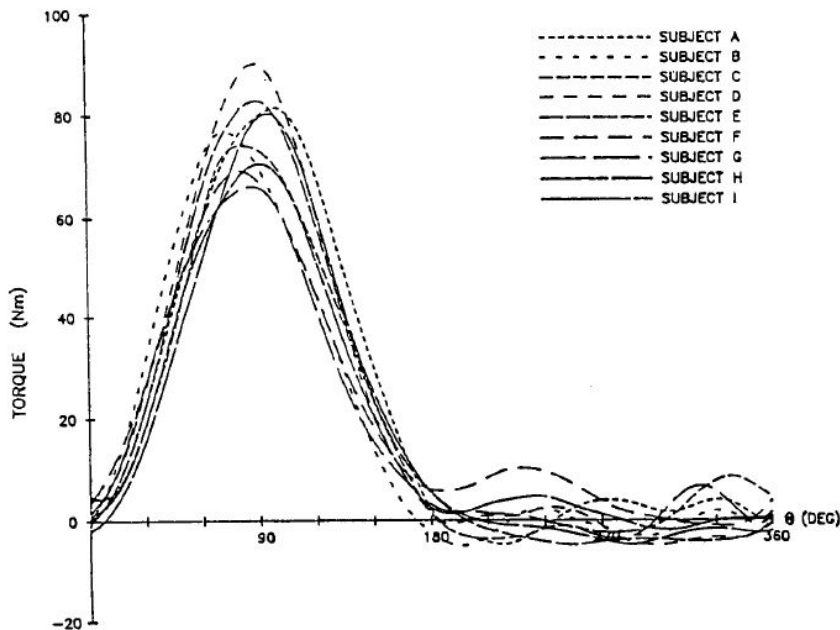
Voima: suuruudet

On huomattu, että puhdas konsentrinen (lihasta supistava) työ aiheuttaa huomattavasti vähemmän mekaanista lihasvauriota kuin negatiivinen eksentrinen (lihasta venyttävä) työ (Jamurtas ym. 2000). Kun lisäksi alustaan tuotetut voimat ovat pyöräilyssä huomattavasti pienempiä kuin esimerkiksi juoksussa (Cavanagh & Lafortune 1980; Gregor ym. 1991), on ymmärrettävää, että pyöräilystä johtuvat lihasrasitukset ja -vauriot on pieniä verrattuna esimerkiksi juoksuun. Tämä taas mahdollistaa huomattavan suuren harjoitteluvolumin pyöräilyssä.

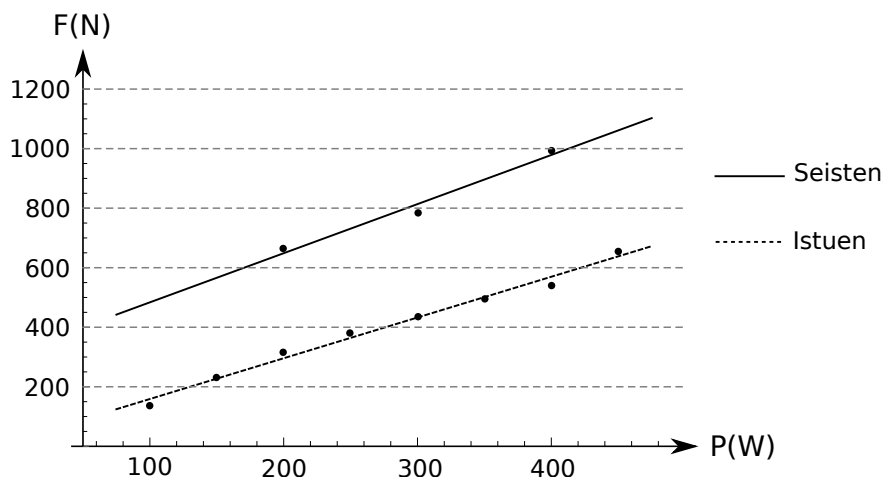


KUVA 3: Kahden eri polkijan biceps femoris (BF) -lihaksen aktivaatio poljinkierroksen aikana. Vasemmalla BF aktivoituu II-vaiheen loppuvaiheessa ja on aktiivisena aina polkimen ala-asentoon saakka. Oikealla BF aktivoituu lyhyeksi aikaa I-vaiheen aikana. Kuva saatu Gregor ym. (1991).

Voimantuottoa tarkastellaan useimmiten yhden kampikierroksen ajalta. Pientä vaihtelua jokaisen kampikierroksen aikana esiintyy ja ihmisten välillä on variaatiota voimantuotosta (Gregor ym. 1991), mutta pääsääntöisesti voimantuotto muistuttaa kuvan 4 käyrää. Suurin voima tuotetaan 90 – 110 ° kulmalla poljinkierroksen I-vaiheessa ja II-vaiheessa positiivista voimaa ei juuri tuoteta normaalissa matka-ajossa. Tyypillisesti poljinta nostetaan aktiivisesti II-vaiheessa vain ylimääräisen tehontuoton tarpeessa, mutta yksilökohtainen tekniikkavariaatio on jälleen suurta.



KUVA 4: Tyypillinen kampeen kohdistuva vääntökuvaajia (eli efektiivisen voimantuoton kuvaajia) yhdeksällä ammattipyöräilijällä. Huomaa II-vaiheen huomattavasti vähäisempi voimantuotto I-vaiheeseen verrattuna. Kuva: Coyle ym. (1991).



KUVA 5: Yhden polkijan mitattu maksimivoima 10 poljinkierroksen maksimien keskiarvona (voimana polkimeen kohtisuorasti vaikuttava voima, F_N kuvassa 6) seisten ja istuen 90 rpm kadenssilla eri tehoilla (Matomäki 2016). Kuvaan on lisäksi piirretty regressiosuora.

Kadenssi vaikuttaa voimantuoton profilliin: Kadenssin nostamisen seurauksena yhden poljinkierroksen aikainen voimantarve vähenee ja siten maksimivoimapiikki madaltuu. Lisäksi maksimivoimapiikki siirtyy kadenssi kasvaessa hieman eteenpäin mikä voisi johtua lihasaktivaation ja lihastyhön ajallisesta viiveestä (Bertucci ym. 2005).

Suurilla tehoilla istuen polkien maksimivoima poljinkierroksen aikana polkimiin on noin $0.8 \times$ kehon paino (~ 600 N, 430 W, 90 rpm) ja seisaalteen $1.6 \times$ kehon paino (~ 1100 N, 370 W, 83 rpm) (Gregor ym. 1991). Kuvaan 5 on piirretty tapausesimerkki polkimeen tuotetun poljinkierroksen maksimivoiman ja ylläpidetyn tehon välisestä suhteesta 90 rpm kadenssilla.

Ylämäkeen tehtävässä maksimilähdössä voi hetkellinen voima olla $3.1 \times$ kehon paino (~ 2200 N). Vastaavasti kestävyysjuoksussa maksimivertikaalivoima 16kmh nopeudella on noin $3 \times$ kehon paino (Cavanagh & Lafortune 1980). Niinpä nähdään, että pyöräilyssä tuotetut voimat ovat kohtuullisen lempeitä juoksuun verrattuna. Lisäksi on huomattava, että polkimeen tuotetut voimat ovat lähes kokonaan riippumattomia kehon painosta ja suurimmat selittävät tekijät tuotetulle voimille ovat poljettu teho, kadenssi ja kammien pituus. Tämä mahdollistaa pyöräilyn käyttämisen monille ihmisille kuntoutuksena loukkaantumisten jälkeen (Fonda & Sarabon 2010). Poljinkierroksen II-vaiheessa voimaa ei juuri tuoteta (Bini ym. 2013), mikä johtunee polven ja lantion koukistajien heikommasta tehokkuudesta ja kyvystä tuottaa voimaa (Mornieux ym. 2008; Bini ym. 2013): paikaltaan 2.5 m/s^2 kiihtyvyydellä liikkeelle lähdettäessä tuotetaan polkimeen ~ 1450 N voima I-vaiheessa ja ~ 370 N II-vaiheessa. Tasaisella <770 W polkemisellä tuotetaan II-vaiheessa enää alle 100 N voima (Too 1990).

Poljinvoimat ovat saaneet suurinta huomiota, mutta esimerkiksi myös ohjaustankovoimia on mitattu: Voimakkaassa kiihdytyksessä nettovoimat ohjaustankoon ovat $\sim 0.6 \times$ kehon paino (vetämistä 1.1 ja työntämistä $0.4 \times$ kehon paino), ylämäkeen polkiessa nettovoima on

noin $0.1 \times$ kehon paino (veto 0.36, työntö 0.25) ja tasaisella nettovoima on noin 0 (Gregor ym. 1991).

Voimatehokkuus: voiman suuntaus

Pyöräilijöiden jalat on kiinnitetty ennalta määrättyä ympyrärataa tekevään kampeen. Niinpä tekniikan muuttaminen tarkoittaa käytännössä yleensä alaraajojen lihasten aktivaatioaikojen tai -voimakkuuksien muuttamista. Käytännössä tekniikkaa mitataan joko aikaisemmin esitetyllä lihasaktivaatiomenetelmällä tai tuotettuja voimia ja voimatehokkuutta käyttäen (Bini ym. 2013).

Voimantuottoon perustuvassa tekniikan analysoinnissa polkemisen tehokkuutta pyritään usein kuvaamaan polkemisen tasaisuudella, ts. kuinka hyvin polkija saa tuotettua voimaa oikeaan suuntaan koko poljinkierroksen aikana. Eräs paljon käytetty mittari tällainen on *voimatehokkuus* VT (force effectiveness, esimerkiksi Coyle ym. 1991; Korff ym. 2007; Edwards ym. 2009; Leirdal & Ettema 2011b,a; Bini ym. 2013), joka lasketaan kaavalla

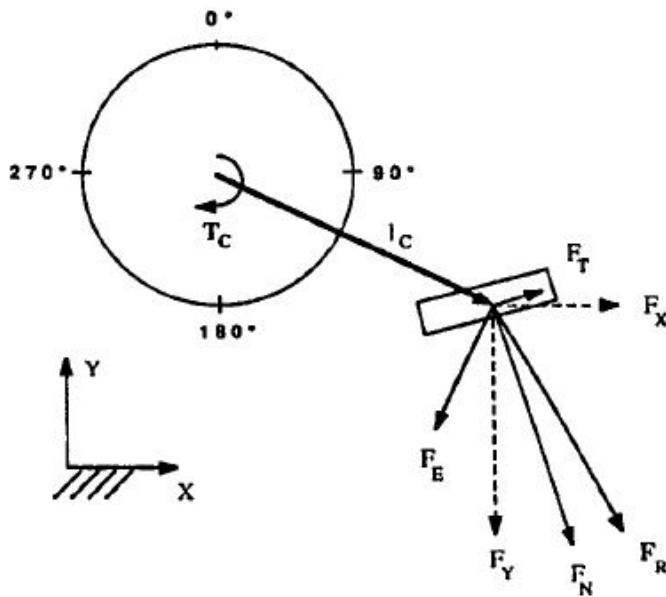
$$VT = \frac{\int_0^{2\pi} F_e(\theta) d\theta}{\int_0^{2\pi} F_R(\theta) d\theta},$$

missä F_R on resultanttivoima, F_e efektiivinen voima (ts. polkemista edistävä voima) ja θ kammien kulma poljinkierroksen aikana (katso kuva 6).

Intuitiivisesti ajatellen mitä suurempi on voimatehokkuus, sitä vähemmän voimaa menee hukkaan polkiessa ja sitä parempi on polkijan tekniikka. Tyypillinen valmennuskirjallisuus suosiiikin pyöritystekniikassa koko poljinkierroksen aikaista voimantuottoa, keskittyen jalan ylösnostoon ja kuolleiden kohtien (poljinkierroksen ylä- ja alakohdan) aktivoimiseen. Tästä huolimatta, hieman yllättäen, tutkimukset voimatehokkuudesta eivät ole mitenkään yksiselitteisiä eikä ole kovinkaan selvää miten voimatehokkuutta tulisi käyttää tekniikan parantamisen apuna.

Ihmiskehoa ei ole anatomisesti muotoiltu polkemista varten, jolloin pyrkiminen 100 % voimatehokkuuteen (eli että voima tuotetaan koko ajan efektiiviseen suuntaan) ei ole järkevää (vrt. Blake ym. 2012). Poljintehokkuus vaihtelee huomattavasti paitsi eri polkijoiden välillä, myös samalla polkijalla eri poljinkierroksilla (Gregor ym. 1991). Taulukkoon 1 on koottu eri tekijöiden vaikutuksia voimatehokkuuteen.

Voimatehokkuuden ja suorituksen (tehontuoton) välillä vallitsee toispuolinen suhde. VT :n kasvaminen nostaa tehontuottoa, mutta toisaalta tehontuoton nostaminen ei välttämättä paranna voimatehokkuutta (esimerkiksi keskittyen jalan alaspainamiseen I-vaiheessa nostaa tehoa mutta pienentää VT :tä). Myös polkemisen taloudellisuudella on epäselvä suhde voimatehokkuuteen. Hyvä taloudellisuus ei edellytä hyvää VT :tä, mutta korkea VT (ylös



KUVA 6: Polkemisessä polkimeen kohdistetut merkittävimmät voimat. F_X , F_Y = akselien suunnatut voimat; F_T = polkimen tangentiaalinen voima; F_N = polkimen normaali voima; F_E = efektiivinen voima, kammien suhteen 90° kulmassa; F_R = resultanttivoima (eli kokonaisvoima); T_C = kampeen kohvistuva vääntö; l_C = kampeen pituus. Käytännössä polkimeen sijoitettu voimalevy mittaa F_T ja F_N , joista voi laskea polkimen asteen tuntiessa loput voimat ja väännön. Polkupyöriin sijoitettavat SRM voimamittauskammet mittaavat käytännössä vääntöä. Väännöstä saadaan edelleen kampeen pituuden kanssa tulona teho ($P = T_C \times l_C$). Kuva: Coyle ym. (1991).

TAULUKKO 1: Eri tekijöiden vaikutuksia voimatehokkuuteen (Bini ym. 2013). Taulukossa + tarkoittaa positiivista vaikutusta, – negatiivista vaikutusta, 0 ei vaikutusta ja ? epäselvää vaikutusta. ”Decoupled crank”-harjoittelussa on normaalit kammet vaihdettu toisistaan riippumattomiksi kammiksi, mikä pakottaa pyöräilijää nostamaan jokaisen ylösnoston aikana jokaisella poljinkierroksella.

	Kadenssin kasvu	Tehon kasu	satulan korkeus	aeroasento
VT	–	+	?	–

	kokemus	väsymys	Neuvominen	”decoupled crank”-harjoittelu
VT	?	0 tai ?	+ (taloudellisuus –)	+(?)

nostamisen tehostaminen) usein heikentää taloudellisuutta (Korff ym. 2007; Bini ym. 2013), lähinnä koska ylösnoston II-vaiheessa työskennellään aktiivisemmin polven ja lantion koukistajilla, jotka eivät ole niin voimakkaita ja tehokkaita kuin ojentaja-lihakset (Korff ym. 2007; Mornieux ym. 2008). Vaikka VT:n nostaminen saattaa heikentää taloudellisuutta, mielenkiintoisesti myös kun voimaa ei kohdisteta oikein — esimerkiksi väsymisen vaikutuksesta — se näkyy helposti muuttuneessa voimatehokkuudessa, ja johtaa myös pienempään taloudellisuuteen (Castronovo ym. 2013). Näin ollen voimatehokkuutta ja taloudellisuutta voi käyttää rinnakkain toisiaan tukien, mutta on syytä pitää mielessä, että ne mittaavat eri asioita. Lisää epäselvyyttä kokonaiskuvaan tuovat Theurel ym. (2012), jotka antoivat

polkemisen aikana välitöntä voimantuottopalautetta kuvamuodossa (pyrkimyksenä tasainen voimantuotto). Näin saatu tasaisempi voimantuotto aiheutti pienemmän väsymyksen kuin polkijoiden itsenäisesti suosima tekniikka 45 minuutin polkemisen jälkeiseen 5 sekunnin maksimitestiin ($-7 \pm 12 \%$ vs. $-15 \pm 9 \%$).

Voimatehokkuutta voi saada parannettua esimerkiksi ”decoupled crank”-harjoittelulla (Hasson ym. 2008; Böhm ym. 2008), mutta parantunut voimatehokkuus ei välity mitenkään suoraan parantuneeseen suoritukseen/tehontuottoon (Böhm ym. 2008). Toisaalta tällaisella harjoittelulla ei näyttäisi olevan haitallistakaan vaikutusta (Bini ym. 2013), joten niitä voisi ajatella käytettävänä uusia harjoitusärsykeitä etsittäessä. Verrattaessa kokemuksen vaikutusta on löydetty tuloksia, joissa eliittipyöräilijöillä on parempi voimatehokkuus (Takaishi ym. 1998; García-López ym. 2016), samanlainen voimatehokkuus (Sanderson 1991) ja huomattavasti parempi voimatehokkuus (Coyle ym. 1991) kuin harrastelijoilla/amatööreillä. Yleissääntönä onkin, että pyöräilijöillä on parempi voimatehokkuus kuin ei-pyöräilijöillä, mutta kilpailijoiden ja harrastelijoiden välillä eroa ei ole helppo löytää (Bini & Carpes 2014, Luku 5). Voimatehokkuutta onkin kritisoitu tekniikan mittarina (Korff ym. 2007; Bini & Diefenthaler 2010), sillä tekniikan muutokset esimerkiksi II-vaiheessa polven ja lantion koukistuksen aikana nivelien momentteihin eivät välity voimatehokkuudesta (Bini & Diefenthaler 2010). Lisäksi voimatehokkuudessa näyttäisi olevan suurta vaihtelua yksilöitten välillä: Toiset tuottavat positiivista efektiivistä voimaa ylösnoston aikana (Zameziati ym. 2006; Hug ym. 2008), toisilla voimat ovat hyvin olemattomat (Coyle ym. 1991; Sanderson 1991) ja toiset osoittavat negatiivista efektiivistä voimaa II-vaiheessa (Coyle ym. 1991; Zameziati ym. 2006). Lisäksi jotkut yksilöt saattavat vaihdella II-vaiheen voimantuottoa tehontuoton kasvaessa (Sanderson 1991). Kaiken kaikkiaan tekniikka poljinkierroksen II-vaiheessa ei ole kovin olennaista: I-vaiheessa tuotetaan ylivoimaisesti suurin osa polkemisen voimasta, lähteestä riippuen yli 95 % (Kautz ym. 1991) tai 80 % (Ahluos 2005). Tällöin II-vaiheen kontribuutio tehontuottoon on parhaimmillaankin pieni. Näin ollen, on hieman epämääräistä kuinka voimatehokkuutta voisi käyttää (todistettusti) harjoittelun apuna, eikä pelkän voimatehokkuuden maksimointi ole itsearvoisesti olennaista tekniikan opettelussa: Esimerkiksi eräässä tutkimuksessa VT maksimoitui, kun satulankorkeudeksi valitaan 115 % sisänjalanpituudesta, mikä on merkittävästi korkeampi kuin yksikään pyöräilijä käyttäisi (Gregor ym. 1991).

Yleissääntönä voisi sanoa, että lyhytaikaisen tehon maksimoiseksi (esimerkiksi sprinttiin tai ylämäkeen polkemiseen) VT :n maksimoinen tuottaa parhaimman tuloksen energiankulutuksen kustannuksella, mutta matkapolkemisessa, jossa energiaa haluttaisiin säästää, suhde on epäselvempi (Blake ym. 2012). Voisikin siis olla, että pyöräilijöillä on oman anatomian, lihassolusuhteen, harjoittelun, pyörän säätöjen, maastonmuodon ja kilpailutilanteen määräämä ”paras” tekniikka, eikä voimatehokkuus yksinään välttämättä parhaiten pysty sitä kuvaamaan. Loppupäätelmäksi voisikin sanoa, että tekniikka on hyvin yksilöllinen, eikä valmennuskirjallisuudessa usein painotettu ”pyöreä” polkeminen välttämättä ole kaikille se optimaalisin.

2.4 Liikkeen laajuus

Normaalissa pyöräilyssä lantion, polven ja nilkan liikelaajuudet poljinkierroksen aikana ovat noin 28, 45 ja 40 % näiden nivelien maksimiliikelaajuuksista (Ericson ym. 1988 lähteen Fonda & Sarabon 2010 mukaan). Liikelaajuuteen tutkitusti vaikuttavat mm. satulan korkeus, tehon määrä ja jalan asemointi polkimella (Ericson ym. 1988), tyypillisesti maksimissaan $\pm 20^\circ$. Näistä voitaisiin päätellä, että liikkuvuus sinänsä tuottaa harvemmin ongelmia pyöräilijöille. Tällaista päätelmää tukevat myös Rannama ym. (2016), jotka eivät löytäneet yhteyttä pyöräilysuorituksen ja FMS-liikkuvuustestin (Functional Movement Screen) välillä. Toisaalta FMS-testin tuloksilla näytti olleen yhteyttä asennon stabiilisuuteen ja symmetrisyyteen, jolloin riittävällä liikkuvuudella voisi olla rasitusvammoja ehkäisevä vaikutus (Rannama ym. 2016).

2.5 Voimantuottoon vaikuttavia tekijöitä

Kirjallisuudessa on käyty läpi monien eri tekijöiden vaikutuksia suoritukseen. Seuraavassa muutamia poimintoja.

- *Kammen pituus*. Pidempi kampi lisää vääntöä ja vähentää lihasjännitystä (Too 1990).
- *Satulan korkeus*. 106 – 109 % sisäjalan pituudesta (seisoma-asennosta maasta haaraväliin, pubic symphosikseen) yleensä optimoi satulan korkeuden energiankulutuksellisesti (Gregor ym. 1991).
- *Etuhammasrattaan muoto*. Jo 1800-1900 luvun vaihteessa esiteltiin ensimmäisen keran elliptinen etuhammasratas (Gregor ym. 1991). Periaatteessa elliptisellä rattaalla on parempi vääntö (pidempi vipuvarsi) alaspolkaisussa ja sillä voidaan päästä parempiin suorituksiin (Faria ym. 2005a), mutta joidenkin pyöräilijöiden mielestä elliptinen ratas häiritsee polkemisen tekniikkaa suurilla (> 90 rpm) kadensseilla (Gregor ym. 1991). Lieneekin henkilökohtaisen tekniikan sanelemaa onko elliptisestä etuhammasrattaasta hyötyä suoritukseen.
- *Satulatolpan kulma*. Suuret kulmat antavat paremman pääsyn makaavampaan asentoon, mistä voisi olla ilmanvastuksellista hyötyä. Lopullista vastausta satulatolpan kulman vaikutuksesta tehontuottoon tai metaboliisiin vasteisiin ei ole (Faria ym. 2005a).

Esitettäköön lopuksi Martin ym. (1998) johtama tehontarpeen malli, jossa he ovat ottaneet huomioon suurimman osan liikettä vastustavista tekijöistä. Malli on matemaattinen, mutta sillä voidaan tarkastella mm. eri komponenttien vaikutuksia tehontuottoon. Mallin mukaan

poljettava teho

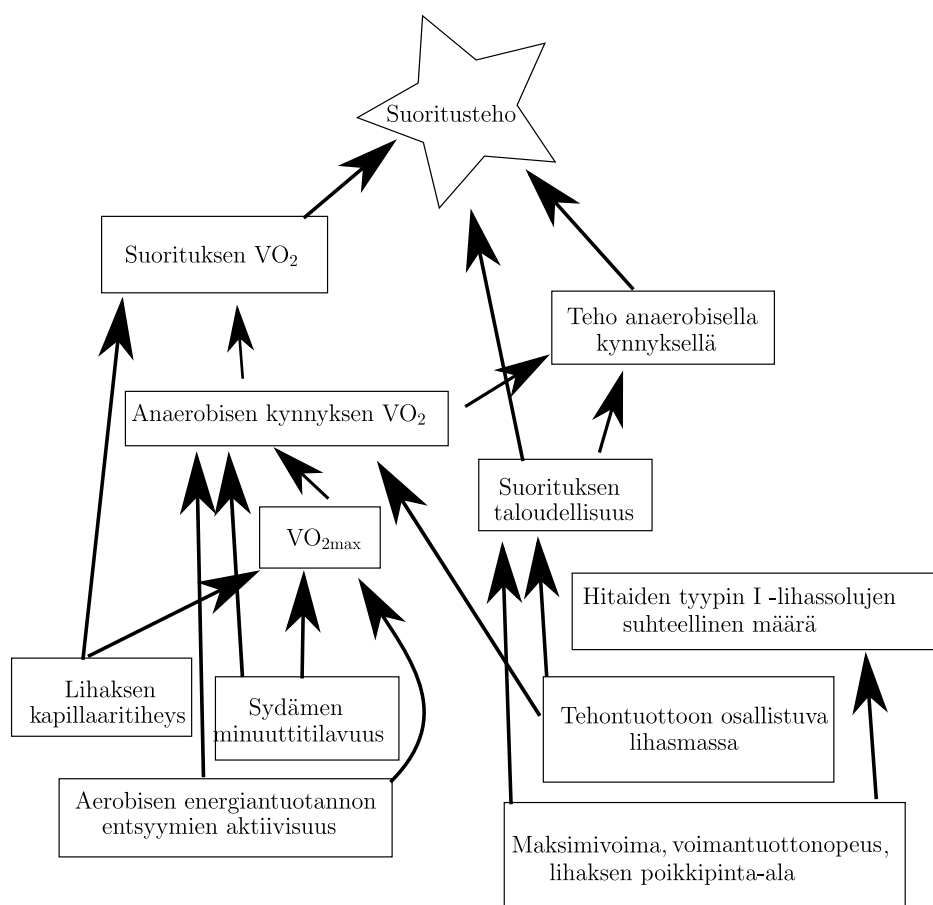
$$P_{\text{tot}} = \frac{1}{E_c} \left(\frac{1}{2} v_a^2 v_G \rho (C_D A + F_w) + v_G C_{RR} m_T g + \frac{v_G}{1000} (91 + 8.7 v_G) + \right. \quad (1)$$

$$\left. + v_G m_T g G_R + \frac{v_{Gf}^2 - v_{Gi}^2}{2(t_i - t_f)} \left(m_T + \frac{I}{r^2} \right) \right), \quad (2)$$

missä E_c on ketjujen tehokkuutta kuvaava kerroin, ρ on ilmantiheys, C_D ilmanvastusvakio, A tuulipinta-ala, v_a suoraan vastaan tulevan ilman nopeus, v_G pyöräilijän nopeus, F_w kiekon pyörimisestä aiheutuva (pinnojen aiheuttama) ilmanvastuskerroin, C_{RR} pyörimiskitkakerroin, m_T pyörän ja polkijan yhteismassa, g maan vetovoimakiihtyvyys, G_R tien kaltevuus (nousu/ajettu metri), r renkaan ulkopinnan säde, I kahden kiekon inertiaalinen momentti (noin 0.14 kgm^2), v_{Gi} pyörän ja polkijan nopeus alussa, v_{Gf} pyörän ja polkijan nopeus lopussa ja $t_i - t_f$ kiihdytyksen alku ja loppuhetken välinen aikaero. Tämän tarkkuus todelliseen SRM:n mittaamaan tehoon oli keskimäärin 3 W (Martin ym. 1998). Mallin suurin vahvuus on siinä, että sitä käyttämällä voi valmentaja teoreettisesti tarkastella mihin tekijöihin kannattaa vaikuttaa ensisijaisesti; esimerkiksi paljonko pyörän keventäminen vaikuttaa suoritukseen ja onko se hintaansa nähden kannattava panostus.

3 LAJIN OMINAISPIIRTEET: FYSIOLOGIAA

Fysiologisesti pyöräily ei eroa juurikaan muista kestävyyslajeista ja eräs näkemys yleisesti kestävyysurheiluun vaikuttavista fysiologisista ominaisuuksista on koottu kuvaan 7. Suurimmat erot muihin suosittuihin kestävyyslajeihin (uinti, juoksu ja soutu) ovat hyvin pitkien kilpailujen takia rasva-aineenvaihdunnan tärkeys sekä liikkumisen ekonomisuuden yllättävän pieni ero polkijoiden välillä. Omana lisänä maantiepyöräilykilpailujen suuren intensiteetin vaihtelun takia suorituksen aikana anaerobisesta työskentelystä lihaksiin kertyviä kuona-aineita on kyettävä sietämään ja puskuroimaan, ja myös kevyempien vaiheiden aikana poistamaan.



KUVA 7: Kestävyysuorituskykyyn vaikuttavia päätekijöitä ovat anaerobinen kynnyks ja liikkumisen taloudellisuus. Huomataan, että VO_{2max} on tärkeä lähinnä koska se määrää kuinka korkea anaerobinen kynnyks voi olla. Kuvasta nähdään karkeasti mitkä tekijät vaikuttavat näihin ominaisuuksiin. Kuva muokattu Rønnestad (2015).

Toisaalta voidaan ajatella (Foss & Hallén 2005), että kestävyysuoritus on yksinkertaisesti sama kuin liikkumisnopeus (yksikkönä m/s). Edelleen nopeus voidaan — lajissa kuin lajissa — nähdä kaavana

$$\text{Nopeus } (m/s) = \text{Energiantuottovauhti } (J/s) \times \text{Taloudellisuus}(m/J), \quad (3)$$

missä energiantuottovauhti kuvaa sitä paljonko keho pystyy tuottamaan energiaa sekunnissa ja taloudellisuus sitä montako metriä henkilö etenee yhtä kulutettua joulea kohden. Tämän mallin mukaisesti on kaksi tapaa nostaa vauhtia: joko kasvattaa energiantuottovauhtia (pitäen taloudellisuuden vähintään samana) tai vaihtoehtoisesti parantaa taloudellisuutta (pitäen energiantuottovauhdin vähintään samana). Kuvasta 7 voidaan tulkita, että pyöräilyssä — kuten kestävyysurheilussa yleisestikin — VO_{2max} ja anaerobinen kynnyks määrittävät suorituksen energiantuottovauhdin ja taloudellisuus määrittää varsinaisen suoritusnopeuden.

3.1 Maksimaalinen hapenottokyky VO_{2max}

Aerobinen energiantuottosysteemi on kestävyysurheilussa usein se määräävä tekijä suoritukselle, ja VO_{2max} kuvaa henkilön maksimaalista kykyä hyödyntää aerobista energiantuottosysteemiä. Yksikkönä hapenkulutus minuutissa (l/min) tai hapenkulutus minuutissa painokiloa kohti (ml/kg/min). Maksimaaliseen hapenottokykyyn vaikuttavat mm. sydämen minuuttitilavuus (veren virtaavuus), veren kokonaishemoglobiini (kuljetuskapasiteetti), verenvirtaus lihaksessa ja lihaksen kyky hyödyntää happea (Joyner & Coyle 2008). Kirjallisuudessa usein pohditaan onko suurin rajoite VO_{2max} :lle periferinen (lihakset eivät kykene hyödyntämään tulevaa happea) vai sentraalinen (sydän ei pysty pumppaamaan ja kuljettamaan riittävästi happea lihaksille). Se, että veridoping (verimäärän lisääminen) parantaa maksimaalista hapenkulutusta, antaisi ymmärtää, että sentraalinen syy olisi rajoite (Abbiss & Laursen 2005). Toisaalta on huomattu, ettei veren läpivirtaus muutu kun lihaksen aktivaatio kasvaa 64 %:sta 100 %:iin, joka antaisi viitteitä, että verenvirtaus periferisesti lihaksessa olisi rajoitettava (Abbiss & Laursen 2005). Niinpä voitaisiinkin päätyä johtopäätökseen, että molemmat ovat jossain määrin rajoitteena.

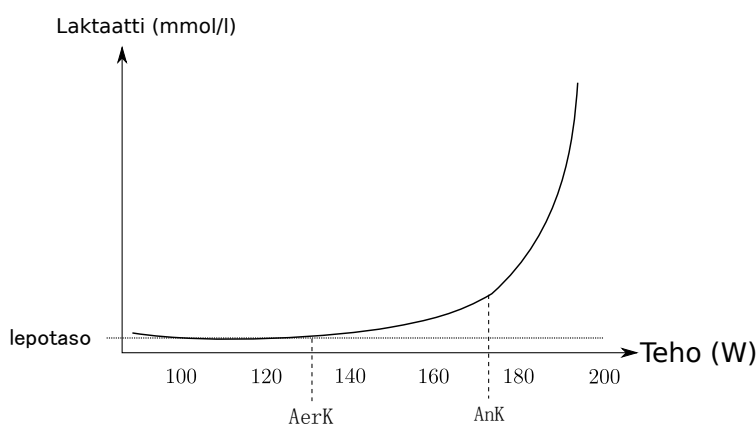
Niin geeniperimä kuin ympäristö (harjoittelu) vaikuttavat yksilön saavutettavaan VO_{2max} arvoon (Tucker & Collins 2012). Joidenkin arvioiden mukaan VO_{2max} :n harjoitettavuus on vain noin 16 ± 10 % (Tucker & Collins 2012), mutta yksilöiden väliset erot harjoitettavuudessa ovat valtavan suuria. Toisekseen arvellaan, että huippulahjakkailta kestävyysurheilujamiehillä VO_{2max} lähtötaso olisi noin 60 ml/kg/min ilman harjoittelua (vrt. Coyle 2005), kun kansainvälisillä tasolla pärjäävillä kestävyysurheilijoilla se on 70 – 80 ml/kg/min (vrt. luku 6). Urheilijanaisilla VO_{2max} on yleensä noin 10 % matalampi pienemmän hemoglobiinimassan ja suuremman kehon rasvaprosentin takia (Joyner & Coyle 2008). Maksimaalinen hapenottokyky on sikäli eräs suurimmista kestävyysurheilusuorituskykyä määräävä tekijä, että se voidaan kaavan (3) mukaan nähdä maksimaalisena tasona, jona keho pystyy energiaa tuottamaan aerobisesti. Jos taloudellisuus ei muutu paljoakaan yksilöstä toiseen, voisi näin ajatella VO_{2max} olevan suurin aerobisen suorituksen määräävä tekijä. Tätä tukee huomio, että huippu-urheilijoilla on 50 – 100 % suurempi VO_{2max} kuin mitä terveillä samanikäisillä fyysisesti aktiivisilla verrokeilla (Joyner & Coyle 2008). Huomioitavaa kuitenkin on tutkimus (Madsen ym. 1993), jossa hyväkuntoisilla kestävyysurheilijoilla korvattiin normaali 6

– 10 h/viikko harjoittelu yhdellä suurintensiteettisellä 35 minuutin harjoittelusessioilla. Tämän seurauksena neljässä viikossa kestävyysuorituskyky laski 21 %, mutta VO_{2max} -taso pysyi muuttumattomana. Toisin sanottuna VO_{2max} ei voi olla ainoa selitys suorituskyvylle.

3.2 Kynnysarvoja

Kynnysten määritelmät

Pääsääntöisesti kestävyysurheilussa määritellään kaksi kynnystä, jotka Suomessa tunnetaan nimillä aerobinen kynnys (AerK) ja anaerobinen kynnys (AnK) (vrt. kuva 8). Aerobinen kynnys määritellään Suomessa suurimmaksi suoritustehoksi, jossa sydänlihas, maksa ja luurankolihakset pystyvät eliminoimaan anaerobisen energiantuotannosta syntyvää laktaattia niin paljon, että veren laktaattipitoisuus ei nouse yli lepotason. Suoritustehoa edelleen kasvattaessa laktaattipitoisuus nousee, kunnes jollain suoritusteholla laktaatin tuotto- ja eliminaatio eivät enää pysy tasapainossa ja veren laktaattipitoisuudessa tapahtuu melko jyrkkä lineaarisuudesta poikkeava nousu. Tätä nousukohtaa kutsutaan Suomessa anaerobiseksi kynnukseksi. Käytännössä anaerobinen kynnys on suurin suoritusteho, jossa vere laktaattipitoisuus ei kasva suorituksen aikana vaan pysyy vakiona. (Keskinen ym. 2004, luku 3.2).



KUVA 8: Laktaattiin perustuva kynnysmäärittely Suomessa.

Kynnyksille on muitakin määritelmiä. Aerobinen kynnys voidaan määritellä hengityskaasujen perusteella ensimmäiseksi ventilaatiokynnykseksi, joka havaitaan ventilaation kiihtymisenä. Tämä ventilaation kasvu johtuu kasvaneesta CO_2 tuotosta, joka kiihdyttää hengitystä. CO_2 tuotto taas nousee, koska anaerobisen energiantuotannosta johtuvaa happamuutta puskuroidaan bikarbonaatilla, mikä nostaa CO_2 tuotantoa (Keskinen ym. 2004, sivu 52). Ensimmäinen ventilaatiokynnys osuu hyvin samaan kohtaan aerobisen kynnyksen kanssa. Kolmas tapa määritellä aerobinen kynnys on käyttää laktaattikynnystä tarkoittaen tehoa tasolla, jossa laktaatin määrä on lepotaso + 1 mmol/l (vrt. Vogt ym. 2007b; Persson & Persson 2012). Anaerobinen kynnyskin voidaan määritellä hengityskaasuista, sillä samaan aikaan kun laktaatin tuotto- ja eliminaation tasapaino järkkyy, tapahtuu toinen ventilaation kasvu.

Tässä ventilaatio kasvaa nopeammin kuin hapenkulutus ja toisin kuin ensimmäisellä ventilaatiokynnyksellä, se lisääntyy myös nopeammin kuin hiilidioksidin tuotto. Tätä kutsutaan myös respiratoriseksi kynnykseksi. (Keskinen ym. 2004, sivu 52).

Kynnysten merkitys pyöräilyssä

On näytetty, vaikka VO_{2max} olisikin samalla tasolla, niin korkea laktaattikynnys (hapenkulutus laktaattikynnyksellä 81.5 % vs. 65 % VO_{2max})² auttaa jaksamaan tuplasti kauemmin korkella (88 % VO_{2max}) intensiteetillä (Coyle ym. 1988). Hieman samaan päätyivät myös Coyle ym. (1991), jossa eliittipolkijoita verrattiin hyviin kansallisiin (yhdysovaltaisiin) pyöräilijöihin, ja eliittipyöräilijät kykenivät ylläpitämään 1h aika-ajossa suurempaa intensiteettiä (90 % vs. 86 % VO_{2max}) vaikka maksimaalinen hapenottokyky ei ryhmien välillä eronnut. Jälleen laktaattikynnyksellä oli havaittava ero (79 % vs. 75.3 % VO_{2max}).

Vaikka traditionaalisesti VO_{2max} :ia pidetäänkin siis yhtenä tärkeimpänä kestävyyssuoritusta kuvaavana parametrinä (Coyle ym. 1988), sen merkitys urheilusuorituksen kannalta on enemmin erottaa harrastajat huipuista; kansainvälisellä tasolla VO_{2max} ei juuri-kaan pysty erottelemaan eritasoisia urheilijoita (Conley & Krahenbuhl 1980). Kuvaavaa on Persson & Persson (2012) huomautus, että pyöräilysuorituksen ennustetekijöitä ovat tehontuotto laktaattikynnyksellä (so. lepolaktaatti + 1 mmol/l), korkea anaerobinen kynnys, $P_{max} > 5.5W/kg$, suuri prosentuaalinen määrä hitaita I-lihassoluja ja takypneaattisen siirtymän puuttuminen³. Huomataan, että VO_{2max} ei ollut ennustelistalla eksplisiittisesti (kuten ei myöskään taloudellisuus); tokikin riittävän korkea VO_{2max} tarvitaan, jotta voidaan saavuttaa korkea anaerobinen kynnys, mutta matalahkoa VO_{2max} :ia voi kompensoida muilla avuilla. Edelleen, toisessa tutkimuksessa suurin selittävä tekijä ammattilaispyöräilijöiden aika-ajosuoritukseen oli teho aerobisella kynnyksellä (Lucia ym. 2004). Konkreettisempaan esimerkkinä voidaan mainita, että Conley & Krahenbuhl (1980) huomasivat kuinka 10 km juoksukilpailun loppuajat 30:30 – 33:30 eivät korreloineet lainkaan VO_{2max} :n kanssa ($r = -0.12$).

Fysiologisia syitä kynnyksen suhteellisesti suurempaan osuuteen on esitetty olevan mm. lihasten suurempi kapillaaritiheys (Coyle ym. 1988, 1991), metabolisten entsyymien erilaisuus (laktaattidehydrogenosia vähemmän ja aerobisen energiantuottosysteemin entsyyme-

²Tässä laktaattikynnyksellä tarkoitetaan veren laktaattipitoisuuden nousua 1 mmol/l perustason yläpuolelle, mikä tapahtuu hieman Suomessa käytetyn aerobisen kynnyksen yläpuolella.

³Kun suoritusnopeutta kasvatetaan kevyestä lähtien, ventilaatio kasvaa yleensä ensin hengitystilavuutta kasvattamalla. Tietyn vaiheen jälkeen ventilaatiota kasvatetaan sekä hengitystilavuutta että hengitystiheyttä kasvattamalla. Normaalisti riittävän suurilla suoritusnopeuksilla tapahtuu takypneaattinen siirtymä, mikä tarkoittaa, että ventilaatiota kasvatetaan vain hengitystiheyttä kasvattamalla. Takypneaattinen siirtymän puuttuminen siis tarkoittaa, että pyöräilijät voivat jostain syystä nostaa hengitystilavuuttaankin koko ajan tehon kasvaessa.

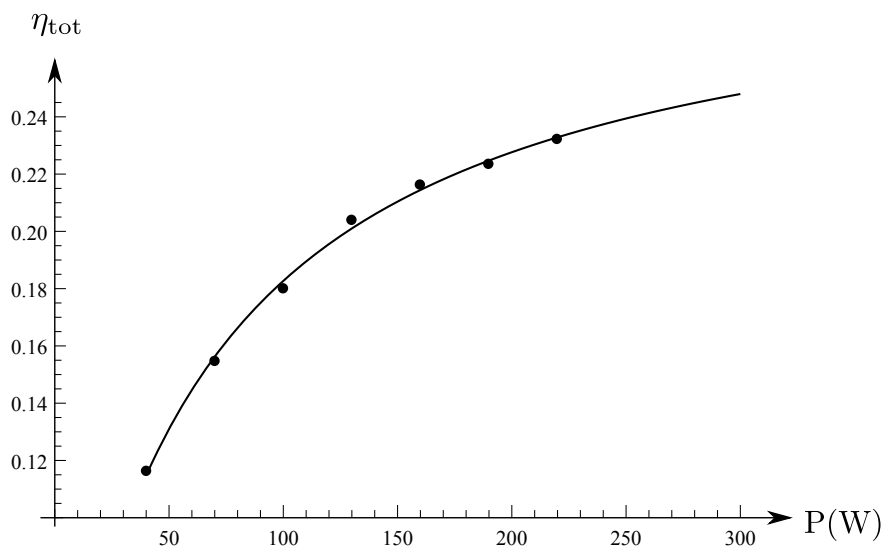
jä enemmän, Coyle ym. 1991) ja hitaiden I-lihassolujen suurempi suhteellinen osuus kaikista lihaksista (Coyle ym. 1988). Näiden kaikkien on epäilty olevan ainakin jossain mielessä harjoitusadaptaatioille alttiita tapahtumia, vaikkakin lihassolujen muuntuminen II \rightarrow I on hyvin pitkä ja hidas prosessi, jos sitä tapahtuu.

3.3 Taloudellisuus

Taloudellisuutta mitataan pyöräilyssä joko energiankulutuksena poljettua tehoa kohti minuutissa (yksikkönä kulutettu jouli poljettua wattia kohti minuutissa, J/W/min) (Jeukendrup ym. 2000; Rønnestad ym. 2011) tai — ulkoisen tehon helpon mittaamisen vuoksi — mekaanisena kokonaishyötysuhteena (tehty työ / käytetty energia) (Gaesser & Brooks 1975; Ettema & Loras 2009). Kolmesta perinteisestä, kuvan 7, kestävyysuorituksen vaikuttavasta tekijästä taloudellisuuden merkitys pyöräilyssä on varmaankin pienin; juoksussa ekonomisuus on eräs merkittävimmistä suorituskykyä määräävistä seikoista ja juoksun puolella onkin vahvaa näyttöä kokeneiden juoksijoiden olevan huomattavasti taloudellisempia juoksijoita (vrt. Joyner & Coyle 2008). Pyöräilyn puolella yleinen ajatus olisi, että hyötysuhde paranee harjoittelun myötä (esim. Coyle 2005), paremman lihasaktivaation ja liikkeen oppimisen myötä. Valitettavasti pyöräilyssä on tehty kovin harvoja pitkittäistutkimuksia hyötysuhteeseen liittyen. Poikittaistutkimukset antaisivat ymmärtää, että hyötysuhteen ero harrastajien ja eliittikuskien välillä ei olisi kovin suuri: Toiset eivät ole löytäneet eroja (Nickleberry & Brooks 1996; Marsh ym. 2000; Moseley ym. 2004) kun taas toiset ovat (Takashi ym. 1998; Sallet ym. 2006; Hopker ym. 2007, 2013). Esimerkiksi Matomäki (2017) huomasi tutkimuksessaan, että vakiokuormalla (150 W) energiankulutus taloudellisimman ja epätaloudellisimman välillä vaihteli 17 % vaikka tutkittavat olivat hyvin heterogeenisiä lajitaustoiltaan. Vastaavasti kansainvälisen tason kestävyysjuoksijoiden taloudellisuus saattaa vaihdella hyvän ja huonon juoksijan välillä 30 – 40 % (Joyner & Coyle 2008).

Normaalisti käytetyllä matkavauhdilla kokonaishyötysuhde (ja taloudellisuus J/W/min) on suurempi eliittipolkijoilla, koska he pystyvät polkemaan suuremmilla tehoilla, jolloin kehon homeostaasin ylläpitoon kuluu suhteessa vähemmän energiaa (Ansley & Cangle 2009, vrt. kuva 9). Mutta samalla teholla tarkasteltaessa eroa ei siis ole tai se ei ainakaan ole huomattava lyhyillä tarkasteluajoilla (alle tunti). Syitä tähän voi olla mm. ennalta annettu ympyräinen liikerata, jonka tekemisen tekniikat eivät voi kovin paljon erota toisistaan. Lisäksi yksilöiden erot elastisen energian käyttötaidoissa ei vaikuta hyötysuhteeseen samoin kuin esimerkiksi juoksussa, koska pyöräilyssä elastisen energian käyttö on hyvin minimaalista.

On kuitenkin viitteitä, että pidemmällä tarkasteluvälillä ($> 2h$) hyvin harjoitelleiden taloudellisuus voisi olla selkeämmin parempi: Pitkään jatkuneessa aerobisessa työssä käytetyt lihassolut väsyvät, ja niiden tilalle joudutaan rekrytoimaan uusia, tehottomampia lihassoluja (joko nopeita II-tyypin lihaksia tai aluperäistä päävaikuttajalihasta hieman fyysisesti



KUVA 9: Kokonaishyötysuhteen η_{tot} (poljettu teho/käytetty energia) muuttuminen tehon funktiona alle anaerobisen kynnyksen. Kuvaan on piirretty sovite $\frac{P_{\text{ulk}}}{2.3126P_{\text{ulk}}+216.051}$. Datan on antanut Matomäki (2016).

kauempaa olevia liikettä taitamattomampia lihassoluja), mikä aiheuttaa niin sanotun hitaan hapenkulutuksen komponentin ilmaantumisen (ts. ylimääräisen energiankulutuksen). Hyvin harjoitelleilla tätä uusien lihasten käyttöönottoa ei niin tule ja he sietävät väsymistä paremmin ja heillä hidas komponentti on huomattavasti pienempi (Lucía ym. 2002b; Rønnestad ym. 2011).

3.4 Väsyminen

Väsyminen näkyy sähköisen lihasaktivaation EMG-mittauksissa jo ennen kuin se näkyy itse suorituksessa: EMG -spektri laskee ja amplitudi nousee, mikä tarkoittaisi, että nopeat lihas-solut väsyvät eivätkä jaksa työskennellä niin hyvin ja lihaksesta täytyy rekrytoida enemmän lihasoluja työskentelyyn alkuperäisten väsyessä (Fonda & Sarabon 2010).

Väsyminen voidaan määritellä monilla tavoin. Yleinen tapa on ”Väsymisen tunteminen ja siihen liittyvä lihaksiston suorituskyvyn ja toiminnan heikkeneminen”(Abbiss & Laursen 2005). Tällaisella määritelmällä halutaan painottaa myös väsymisen psykologista puolta. On olemassa monia erilaisia yksittäisiä, ns. lineaarisia selityksiä — ts. yksinkertainen syy - seuraus vaikutus — väsymyksen syntyyn pyöräilyssä. Pääasiassa näitä selityksiä on kahdeksan: (i) kardiovaskulaarinen/anaerobinen syy, (ii) energiavarastojen tyhjentyminen, (iii) neurolihasjärjestelmän heikentyminen, (iv) lihaksen mekaaninen rikkoutuminen (trauma), (v) biomekaaninen (esim. liikkeen ekonomisuuden/ajoituksen muuttuminen), (vi) lämpökuorman sietäminen, (vii) psykologinen/motivaatiollinen, (viii) sentraalinen väsyminen. Näitä yksittäisiä lineaarisia syitä löydetään eri tilanteissa, esimerkiksi kuumassa polkemi-

nessa väsyminen aiheutuu pääsääntöisesti lämpökuorman takia (syy (vi)) ja minuutin maksimaalisessa työskentelyssä anaerobisten kuona-aineiden kasautumisesta (syy (i)). (Abbiss & Laursen 2005)

Uudempi, paljon kannatusta saanut malli on kompleksisempi epälineaarinen keskushallinnollinen selitysmalli (central governor model). Tässä mallissa aivoissa ajatellaan olevan keskushallinnoitsija, joka säätelee feedback ja feed-forward menetelmillä koko suorituksen ajan toimintaa perustuen monipuolisiin fysiologisiin palautteisiin joita se saa eri puolilta kehoa. Tällöin keskushallinnoitsija aiheuttaa väsymyksen tunteen pienentääkseen tehontuottoa ja estääkseen näin loukkaantumisen, ylläkirjoituksen tai kuoleman. Tällöin siis kaikki erilaiset lineaariset mallit yhdistyvät monimutkaisella ja -puolisella palautejärjestelmällä toisiinsa, eikä väsymyksen varsinaista pääsyytä pystyisi siksi aina tarkkaan paikallistamaan. (Abbiss & Laursen 2005; Noakes ym. 2005)

Tätä ajatuksenjuoksua seuraamalla voidaan ajatella harjoittelun adaptaatiota tapahtuvan myös tälle keskushallinnoitsijalle, joka monen harjoituskerran tuomien oppien jälkeen uskaltaa päästää urheilijan pidemmälle ennen väsymisen tunteen aiheuttamista. Huomautettakoon kuitenkin, että vaikka keskushallinnollinen malli olisi oikea, yksittäiset lineaarisen mallin antamat syytkin on syytä tuntea, erityisesti mitkä väsymyksen syyt ovat pääasiallisia missäkin suorituksissa. Lineaariset syyt kuitenkin määrävät väsymyksestä palautteen kautta. Toisekseen joillakin urheilijoilla saattaa tietyt selitykset korostua (esimerkiksi hiihlihydraattien loppuminen suorituksessa tai anaerobisten kuona-aineiden heikko bufferointikyky), jolloin hänen on syytä keskittyä omiin heikkouksiinsa — tai välttää joutumasta tilanteeseen, jossa niistä seuraa väsymistä — suorituksen parantamiseksi.

3.5 Hengitys

Hengityslihasten energiankulutus suurilla kuormilla on yllättävän suuri, noin 15 % VO_{2max} (Faria ym. 2005b), tarkoittaen että hengityslihasten taloudellinen käyttö suurilla kuormilla voisi hyvinkin vaikuttaa koko suorituksen taloudellisuuteen. Keuhkojen kapasiteetti sinänsä ei suurene harjoittelun myötä; maksimiventilaatio (180-190 l/min) tai keuhkojen suuruutta kuvaava vitaalikapasiteetti (miehillä ~ 6 l) on samansuuruinen niin harjoittelemattomilla kuin hyvin harjoitelleillakin (McArdle ym. 2007, ss. 265, 268) ja ne peilaavat enemmänkin henkilön fyysiseen kokoon kuin harjoittelutaustaan. Sen sijaan ammattipyöräilijöiden hengitystapa oli erilainen muihin kestävyysurheilijoihin (ja amatööripyöräilijöihin) verrattuna (Lucía ym. 2001): Ensinnäkin ammattipyöräilijöillä uloshengityksen kesto on pidempi etenkin suurilla kuormilla. Toisekseen, hengitystilavuus ei tasaannu suurilla kuormilla (ts. ammattipyöräilijöillä näyttäisi puuttuvan takypneaattinen siirtymä, kuten aikaisemmin aliluvussa 3.2 mainittiin). Erityisesti viimeksi mainittua voidaan pitää hengityslihaksille tapahtuneena positiivisena harjoitteluadaptaationa muokaten hengittämistä tehokkaampaa

niin mekaanisesti kuin metabolisestikin (Lucía ym. 1999).

3.6 Optimaalinen kadenssi

Kadenssi yksi harvoista muuttujista, joita voi vapaasti muutella hyvin suurella skaalalla ajon aikana (40-180 rpm).

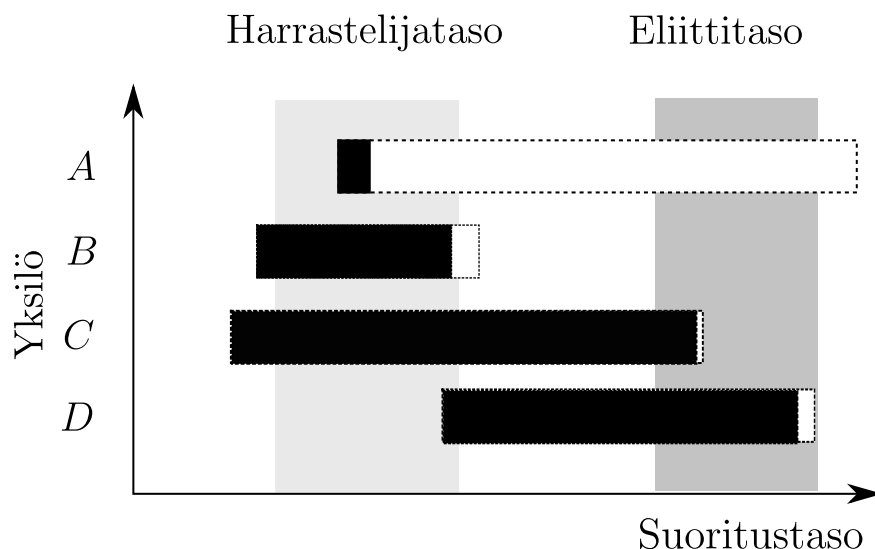
On hyvin selvästi osoitettu, että annetulla teholla energiankulutuksen minimoiva metabolisesti taloudellisin kadenssi, eli polkunopeus, on yleensä $\sim 50 - 70$ rpm. (Ansley & Canglely 2009). Tämä eroaa huomattavasti kilpapyöräilijöiden suosimasta $90 - 100$ rpm kadenssista. Tätä ristiriitaa — miksi ammattilaiset käyttävät energiannäkökulmasta liian suurta kadenssia — on pyritty pitkään selittämään. Eräs selitys on se, että energiantuotannon minimoiva kadenssi suurenee tehon funktiona, jolloin eliittipyöräilijöiden korkeilla tehoilla ($> 300W$) hyötysuhteen minimoiva kadenssi on 80 rpm. (Foss & Hallèn 2004, 2005.) Tämä on edelleen matalampi kuin eliittien suosima kadenssi, mutta saattaa olla osaselityksenä. Toinen selitys on se, että paradoksaalisesti energiantuotannon minimoiva kadenssi ei ole sama, joka minimoi neurolihasjärjestelmän väsymyksen (Ansley & Canglely 2009). Tietsuo ym. (1996) näyttivät, että $80 - 90$ rpm kadenssi minimoi lihasaktivaation, ja näin ollen lihasväsymyksen. Suurempi kadenssi johtaa pienempään väsymiseen ainakin kolmesta syystä: Ensinnäkin verenvirtaus on parempaa kun nopeammalla kadenssilla lihas on supistuneena (tukkien kapillaarit) vähemmän ajan kerrallaan. Toiseksi nopeammalla kadenssilla laskimoiden lihaspumpu toimii paremmin nopeuttaen veren virtaamista takaisin sydämeen ja kiihdyttämällä verenkiertoa. Kolmanneksi käytettävä voima poljinkierrosta kohti on pienempää suuremmalla kadenssilla, jolloin lihasväsymystä (ja mekaanista lihasvauriota) syntyy vähemmän. Harjoitus voi vaikuttaa neurolihasjärjestelmän väsymisen minimoivaan kadenssiin. Näyttäisi, että harjoittelemattomilla ~ 70 rpm kadenssi voi minimoida neurolihasjärjestelmän väsymyksen, ja tämä väsymyksen minimoiva kadenssi voisi kasvaa harjoittelun myötä polkemistekniikan biomekaanisen kehittymisen myötä (Takaishi ym. 1998; Abbiss & Laursen 2005).

Eräs mielenkiintoinen huomio on myös, että useasti toistettujen 5 sekunnin maksimitoistojen tehot ovat kadenssilla ~ 116 huomattavasti suuremmat kuin kadenssilla ~ 60 rpm (Dorel ym. 2003), johtaen käsitykseen, että korkeampi kadenssi antaisi valmiuden reagoida nopeammin ja voimakkaammin maantiepyöräilyssä tapahtuviin useasti toistuviin kiihdytyksiin.

3.7 Harjoittelun adaptaatiot

Lähtökohtaisesti jokaisella yksilöllä on paitsi erilaiset geneettiset lähtötasot ja valmiudet pyöräilyyn(kin), myös erilaiset harjoitettavuudet (ks. kuva 10). Harjoittelun adaptaatioissa

onkin valtavia yksilöllisiä eroja: Tietynlainen harjoittelujakso saattaa parantaa toisilla maksimaalista hapenottokykyä > 700 ml, mutta toisilla vain < 200 ml (Tucker & Collins 2012). Vaikka geeniteknologia on nykyään jo suhteellisen hyvin kehittynyttä, ei genejä katsomalla voida ennustaa yksilön harjoitettavuutta (Tucker & Collins 2012), jolloin ainoa keino todentaa yksilön potentiaali on omistautua määrätietoiselle harjoittelulle.



KUVA 10: Yksilöiden pyöräilysuorituksen lähtötaso ja harjoitettavuus. Musta palkki: täytetty potentiaali; valkoinen palkki: jäljellä oleva potentiaali. Koko palkin pituus kuvaa harjoitettavuutta. Nähdään, että kuvatussa neljästä yksilöstä yksilön D tämän hetken suoritus taso on korkein ja hänellä on lähes koko geenien luoma potentiaali käytössään. Myös yksilö B on harjoitellut lähes koko potentiaalinsa käyttöönsä, mutta hänen geneettinen taustansa ei riitä juuri harrastelijatasoa korkeammalle. Lopuksi nähdään, että kaikista yksilöistä A olisi ylivoimainen lajissa, mutta hän ei ole harjoittanut potentiaaliaan. Kuva muokattu Tucker & Collins (2012).

Intensiivinen pyöräilyharjoittelu aiheuttaa pitkälti samanlaisia adaptaatioita kehossa kuin mitä kestävyys harjoittelu yleensä (Lucía ym. 2001): ns. urheilijan sydän, joka tarkoittaa sydämen vasemman kammion sisätilavuuden ja lihapaksuuden kasvamista, mikä parantaa sydämen minuuttitilavuutta; valtimoverisuonten läpimitan kasvaminen veren virtaamisen parantamiseksi; pyöräilyyn osallistuvien lihasten kapillaaritiheyden kasvaminen (Lucía ym. 2001; Coyle ym. 1991), joka parantaa lihasten hapen käyttöönottoa; verimäärän kasvaminen, joka suurentaa parantaa veren takaisinpaluuta sydämeen ja täten minuuttitilavuutta (Abbiss & Laursen 2005); kuona-aineiden poistoa ja aerobisen energiantuottometaboliaan osallistuvien entsyymien aktiivisuuden parantuminen (Coyle ym. 1991). Nämä kaikki kasvattavat yleisenä kestävyyskunnan mittarina pidettyä VO_{2max} -arvoa.

Eräs olennainen harjoitteluadaptaatio juuri pitkäkestoisiin pyöräilysuorituksiin on rasvame tabolian tehostuminen suurillakin kuormilla (Abbiss & Laursen 2005). On myös viitteitä, että harjoitelleilla VO_2 -kinetiikka (hapenkulutuksen tasanteen saavuttaminen vakiokuormalla) on nopeampaa kuin huonokuntoisilla, mutta hyvä- ja kohtalaisen kunnan välillä ei ole juurikaan eroa (Figueira ym. 2008). Lisäksi hidas VO_2 -komponentti esiintyy pienempänä

ammattilaisilla verrattuna hyviin amatööreihin⁴, tarkoittaen, että ammattilaiset sietävät lihasväsymystä paremmin ilman että heidän tarvitsee rekrytoida uusia lihassoluja (Lucía ym. 2002a).

Yleisiä kestävyysurheilusta johtuvia biokemiallisia ja fysiologisia adaptaatiota on kuvattu taulukkoon 2. Siitä nähdään, että kaikki muuttujat, jotka vaikuttavat hapen kuljettamiseen ja hyödyntämiseen energiatuotannossa kokevat suuriakin muutoksia harjoittelun seurauksena.

Erityisinä huomioina voidaan nostaa lihassolusuhde. Yleinen huomio on, että hyvin menestyvillä kestävyysurheilijoilla hitaita lihassoluja on suhteessa enemmän kuin nopeita. Täyttä varmuutta ei ole voiko lihassolusuhde muuttua harjoittelun myötä, mutta viitteitä tähän suuntaan on olemassa (pohdintaa mm. Coyle 2005). Toinen erityinen huomio on hengitysmuuttujien maksimiminuuttiventilaation ja keuhkojen maksimitilavuuden muuttumattomuus harjoittelun seurauksena. Näiden ei tarvitse kokea muutosta, sillä hyvin harvoissa tapauksissa ventilaatio on se mikä rajoittaisi kestävyyssuoritusta (McArdle ym. 2007, sivu 269)

⁴Käytännössä hidas VO_2 -komponentti tarkoittaa kasvanutta hapenkulutusta yli 50 % VO_{2max} kuormilla (Pedersen ym. 2002). Suurin syy hitaalle VO_2 -komponentille on työskentelevien lihasten heikentynyt supistumiskyky ja sen seurauksena lisämotoristen yksiköiden rekrytointi (Whipp 1994; Sahlin ym. 2005)

TAULUKKO 2: Fosfofruktokinaasi on anaerobisen glykolyysin määräävä entsyymi ja sen määrä/aktiivisuus pitkälti sanelee kuinka nopeasti keho pystyy anaerobisesti tuottamaan energiaa. Fosforylaasi on entsyymi, joka auttaa glykokeenin hajottamisessa glukoosiksi. Sukkinaatti dehydrogenaasi on aerobisen energiantuottosysteemin (ns. Krebsin syklin) rajoittavimpia entsyymejä; ts. sen määrä/aktiivisuus vaikuttaa siihen kuinka nopeasti energiaa voidaan aerobisesti tuottaa. Nähdään, että kestävyysharjoitellun urheilijan anaerobinen metabolia ei toimi juurikaan sen paremmin kuin vähän liikkuvan verrokin, mutta aerobiset entsyymien määrä on kasvanut huomattavasti. (McArdle ym. 2007, sivut 268 ja 476).

Muuttuja	Vähän liikkuva	Urheilija	Erotus (%)
<i>Biokemiallisia muuttujia</i>			
Mitokondrioiden määrä (mmol ³)	0.59	1.2	103 %
Fosfokreatiinin levossa (mmol/lihasg)	11	18	64%
<i>Anaerobisia entsyymejä</i>			
Fosfofruktokinaasi (mmol/lihasg)	50	50	0%
Fosforylaasi (mmol/lihasg)	4 – 6	6 – 9	60 %
<i>Aerobinen entsyymi</i>			
Sukkinaattidehydrogenaasi (mmol/lihaskg)	5 – 10	15 –20	133 %
<i>Lihassolujakauma</i>			
Nopeat / Hitaat lihassolusuhde (%/%)	50/50	20–40 / 60–80	30 %
<i>Fysiologisia muuttujia</i>			
<i>Sydän ja verenkiertoelimistö</i>			
Maksimi-iskutilavuus (ml)	120	180	50 %
Maksimiminuuttitulavuus (l/min)	20	30 –40	75 %
Maksimisyke (lyöntiä/ minuutti)	190	180	–5 %
Maksimi a- \bar{v} O ₂ erotus (ml/dl)	14.5	16	10 %
Verimäärä (l)	4.7 l	6 l	30 %
VO _{2max}	30 – 40	65 – 80	100 %
<i>Hengityselimistö</i>			
Maksimiminuuttiventilaatio (l/min)	180	180	0 %
Keuhkojen maksimitilavuus (l)	5.3	5.1	– 4 %

4 LAJIN OMINAISPIIRTEET: MUUTA

4.1 Riskit ja loukkaantumiset

Pyöräilyn loukkaantumiset voidaan karkeasti jakaa traumaattisiin- (kaatumisista johtuviin) ja rasitusvammoihin. Näiden keskinäiset suhteet ovat hyvin tasapainossa; noin puolet havaituista loukkaantumisista on traumaattisia ja puolet rasitusvammoja (de Bernardo ym. 2012; Barrios ym. 2014). Kuten on intuitiivisesti ymmärrettävää, rasitusvammat tulevat yleensä harjoittelusta ja traumaattiset vammat kilpailuisa (de Bernardo ym. 2012). On syytä huomata, että vain 12 % kansainvälisistä kilpapyöräilijöistä on saanut kilpailla kokonaan vammoista vapaana (Barrios ym. 2014).

Traumaattisista oireista luunmurtumat yläraajoissa ovat yleisimpiä, ja näistä solisluun murtuma kaikkein yleisin, ollen 22 % kaikista traumaattisista vammoista (de Bernardo ym. 2012; Barrios ym. 2014). Lisäksi tulevat ihon hiertymät, jotka ovat hyvin yleisiä. Vastaavasti rasitusvammoista yleisimmät ovat etupolvikivut ja alaselkäkivut (Clarsen ym. 2010; de Bernardo ym. 2012; Barrios ym. 2014). Polven rasitusvammat saattavat olla seurausta liian huonosta satulan sijainnista (liian edessä/takana tai liian ylhäällä/alhaall) ja alaselkäkipu voi johtua ohjaustangon liian suuresta etäisyydestä tai aerotankojen käytöstä (Bini & Carpes 2014, Luku6). Vuoden aikana tutkimukseen osallistuneista pyöräilijöistä oli 58 % kokenut alaselkäkipuja ja 36 % polvikipuja ja 15 % oli joutunut jättämään jomman kumman rasitusvamman takia kilpailuja väliin (Clarsen ym. 2010). Lisäksi harrastelijoilla tavataan usein niskakipuja, mutta ammattilaisilla tätä vaivaa ei ole, selityksenä todennäköisesti tottumista ajoasentoon (Clarsen ym. 2010). Keskimäärin ylimmällä kansainvälisellä tasolla polkijoilla kilpailijoilla on keskimäärin 0.50 loukkaantumista vuodessa (de Bernardo ym. 2012).

Polven rasitusvammat saattavat hyvin olla seurausta tekniikkaongelmista: Polvi voi liikkua jopa 2cm sisäänpäin polkemisen I-vaiheessa, mikä saattaa hyvin vaikuttaa loukkaantumisriskiin (Gregor ym. 1991), etenkin kun yli 70 % polvikipuisilta pyöräilijöiltä on löydetty polven epänormaalia sisäänpäintaipumista polkemisen I-vaiheessa (Faria ym. 2005b). Toinen tekninen rasitusta aiheuttava seikka on jalan kiinnittäminen polkimeen lujasti ilman mahdollisuutta pieneen sivuliikkeeseen. Ilman tätä nilkan jalan pientä sivuttaisliikettä, pyöräilijä tuottaa helposti voimia poljinkierroksen I-vaiheessa nilkan ja polven nivelille pienessä kiertoasennossa, mikä lisää loukkaantumisriskiä (Gregor ym. 1991). Salai ym. (1999) tutkimuksessa alaselkävammuista kärsineistä harrastepyöräilijöistä oireet vähenivät huomattavasti jopa 70 %:lla kun satula laitettiin normaalista horisontaalista tasosta 10 – 15° etunojakkallistukseen (sen verran ettei pyöräilijä valu satulasta). Tämä auttaa, koska se vähentää kumarassa asennossa alaselkään kohdistuvien voimien määrää. Pyöräilijöiden kannattaisikin keskittyä ennaltaehkäiseviin toimiin alaselkäkipujen ja polvikipujen ehkäisemiseksi, esimerkiksi tukilihaksistoon kohdistuvalla harjoittelulla, ajoasennon säätämällä ja ajotekniikan

tarkastamisella ja miksei myös opettelemalla kaatumaan oikein.

Koska pyöräilyssä ei ole hakkaavaa liikettä, eivät luut saa juurikaan adaptaatiota mahdollistavaa rasitusta ja näin ollen tyypillisesti pyöräilijöiden luun kunto on joko samalla tasolla kuin urheilua harrastamattomilla verrokeilla tai jopa huonompi (Nagle & Brooks 2011).

Lajispesifisien loukkaantumisten lisäksi, pyöräilijöillä, kuten muillakin kovaa harjoittelevilla, on kohonnut riski sairastua ylähengitystieinfektioon (flunssaan) (McArdle ym. 2007; Ferrari ym. 2013). Syynä on, että yksittäinen kova harjoitus laskee kehon immunitaattia: Muun muassa neutrofiilien ja lymfosyyttien toiminta vaimenee ja stressihormonit (adrenaliini, kortisoli, kasvuhormoni, β -endorfiinit) voivat lamaannuttaa muuta immunipuolustusta kuten luonnollisten tappajasolujen sekä T- ja B- solujen toimintaa (McArdle ym. 2007, sivu 459). Tällöin usein toistuvat kovat harjoitukset eivät anna keholle aikaa immunologisesti palautua edellisestä harjoittelusta ja seurauksena etenkin kovalla harjoitusjaksolla on kohonnut riski sairastua infektioihin, joista ylähengitystieinfektio on yleisin.

Toisinaan epäillään, että liian rankasta urheilusta voisi olla haittaa kunnolla hyvin pitkällä (kymmenien vuosien) aikaperspektiivillä, mutta Sanchis-Gomar ym. (2011) osoittivat, että Ranskan ympäriajoon osallistuneet elävät itse asiassa huomattavasti kauemmin kuin verrokkikansalaiset (Ikä, jolloin 50 % ikäluokasta oli kuollut oli 81.5 vs. 73.5 pyöräilijöiden hyväksi).

4.2 Erikoinen joukkuelaji

Pyöräily on hyvin erikoinen joukkueurheilu ainakin kahdeksasta syystä: (i) Joukkueen parhaiten sijoittunut määrää koko joukkueen onnistumisen, ja karkeasti muiden joukkueen jäsenten tehtävänä on uhrata itsensä kapteenin menestymisen eteen; (ii) Kilpailut eivät ole homogeenisella ja ennustettavalla alustalla kuten yleensä joukkueurheilussa, vaan reitit ja maastonmuodot muuttuvat kilpailusta toiseen; (iii) Vastassa on ~ 20 muuta joukkuetta samanaikaisesti; (iv) Osittain kahdesta edellisestä seikasta johtuen taktisia kuvioita on hankala harjoitella etukäteen; (v) Suurin osa harjoittelusta ei tapahdu tiiviissä ryhmässä eikä ryhmävalmennusta juurikaan ole. Urheilijoiden valmentajat ovat usein henkilökohtaisia eikä joukkueen omia valmentajia; (vi) Joukkueella ei ole selvää kotikilpailua (tai "kotiluolaa"); (vii) Kilpailusta on hankala tehdä kattavaa ja perinpohjaista kilpailuanalyysia kuten jalkapallossa (vaan voisiko sellaista yrittää hyödyntää tehokkaammin?); (viii) Lopputulokset määräytyvät kokonaisajan perusteella, eikä pistelaskun perusteella kuten joukkueurheilussa yleensä. (vrt. Bhurruth 2008; Larson & Maxcy 2012).

Korkeimmalla tasolla yksilö ei pärjää yksinään, vaan hän tarvitsee tukea joukkueelta. Apuajajien rooliin kuuluukin ilmanvastukselta suojaamista, ravinnontuomista, irtiottojen kiinnia-

jamista, etappikilpailujen joukkueaika-ajossa auttamista ja mekaanisen avun tarjoaminen. Kuitenkin ainoastaan kapteenien saavutukset tunnustetaan ja joukkueen arvostus määräytyy kapteenin/kapteenien menestyksen mukaan. Pyöräilyssä kapteenin täytyykin olla paitsi fyysisesti ja psykologisesti vahva, myös karismaattinen johtaja, joka pystyy vakuuttamaan tallikaverit, joukkueenjohdon ja sponsorit ”Ei hätää, minä hoidan, minä voitan” (Wegelius 2013). Kaikista ei riittävästä fyysisestä tasosta huolimatta ole sietämään tätä ulkoista voittamisen painetta.

Ajaminen itsessään tapahtuu yksilötasolla, eikä suurin osa apuajajien työskentelystä vaadi kovin tarkkaa ajoitusta ja hienojakoista taktiikkaa. Tämä ei tarkoita, etteikö ajoituksella ja yhteenpelaamisella olisi paikkaansa (esimerkiksi tasamaakilpailun loppukirissä), tai etteikö pyöräilyssä taktiikalla ja joukkueenjohtajalla olisi merkitystä tai etteikö ajajien koordinointi voisi olla lopputuloksen kannalta ratkaisevaa. Mutta pyöräily eroaa huomattavasti normaaleista joukkuelajeista, joissa taktisia kuvioita voidaan hioa hyvinkin tarkkaan. Lisäksi toisinaan joukkueen sisällä voi nousta konfliktitilanteita kun yksittäiset ajajat eivät tyydy apuajajan rooliinsa vaan haluaisivat henkilökohtaista menestystä kilpailuissa ollakseen vahvemmillä ajajamarkkinoilla (Robeck 2014). (Larson & Maxcy 2012).

4.3 Psykologia

Kuten kaikissa kestävyyslajeissa, pyöräilyssäkin kipu on läsnä hyvin voimakkaana; ajajan tulee sietää pitkiä aikoja anaerobisen kynnyksen tuntumassa ajamista, tempovaihtelun tuomaa väsymisen tunnetta ja etappikilpailuissa päivä päivältä kasvavaa kumuloituvaa väsymystä. Ajajat, jotka pystyvät kehittämään hyvän sietokeinon kivulle, tullevat pärjäämään muita paremmin. Kivusta voi kuitenkin oppia jopa nauttimaan; nauttijalle kipu tarkoittaa, että hän pystyy suureen työntekoon, saa itsestään kaiken irti ja suoritus on ollut onnistunut. Koettu kipu onkin tulkintaa ja siihen voi itse vaikuttaa; ”hyvän” ja ”huonon” päivän eräs eroavaisuus on se, että ”huonona” päivänä kipu tuntuu kovempaan kuin ”hyvänä”. Niinpä kestävyyslajeissa kivusta tulisi tehdä liittolainen. Tähän on olemassa tekniikoita kuten positiivinen itsepuhe (”Tämä tekee minusta vahvemman”), positiivisten attribuuttien liittäminen kipuun (kuten harjoittelun ilo tai kilpailemisen riemu). Nämä antavat myös itseluottamusta ja parempaa motivaatiota. (Taylor & Kress 2006).

Kipu on yleinen kestävyyslajin psykologinen ominaisuus, ja muista kestävyyslajeista — kuten juoksusta ja soudusta ja triathlonista — pyöräily eroaa psykologiselta profiililtaan kahdella tavalla: Ensinnäkin pyöräilyssä suuren vauhdin takia suuremmat riskit ja siten pelkotilat. Toisekseen pyöräilyssä on mukana enemmän joukkueurheilusta tuttua joukkuepsykologiaa kuin muissa kestävyyslajeissa.

Kovat nopeudet, suuressa pääjoukossa tapahtuvat kontaktit ja usein tapahtuvat kaatumiset

lisäävät pelkoa. Tietyissä määrin pelko on hyvä ja turvaava ominaisuus, mutta liian suurena se voi haitata olennaisesti suoritusta. On hyviä pelkoja, kuten vaarallisessa laskussa pelko kaatumisesta, mutta myös huonoja, kuten pelko pyörän rungon pettämisestä jarrutuksessa. Pelko on sisäisesti koettua ja se on juuri niin suuri kuin ajaja sen itselleen tekee. Koska vain ylimääräisistä ja turhista peloista vapaaa pyöräilijä voi kehittää potentiaalinsa maksimiinsa, omia pelkoja pitää osata käsitellä, kohdata ja voittaa. Esimerkiksi jos pelkää alamäkiajtoa, voi harjoitella pyöränkäsitelyä tai kohdata pelko asteittain. Myös pelkotilan välttäminen voi toisinaan tulla kysymykseen; jos pelkää kaatumista sprintissä, voi erikoistua muuhun kuin sprinttiin. (Taylor & Kress 2006).

Koska pyöräily on joukkueurheilua, voidaan pyöräilyyn soveltaa joukkuepsykologiaa soveltuvin osin. Tämä sisältää esimerkiksi sellaisia osa-alueita kuin joukkueen muodostaminen, joukkueen roolien jakaminen, roolien omaksuminen, normien muodostaminen, ryhmän yhtenäisyyden rakentaminen, ryhmän johtajuus ja ryhmän sisäinen kommunikointi (Weinberg & Gould 2011, Luvut 7 – 10). Joukkueenjohtajien tulisi osata muokata joukkueesta yhtenäisen kaikkien hyväksyvää päämäärää tavoittelevan tiiviin ryhmän, mikä pyöräilyssä on haastavampaa kuin joukkueurheilulajeissa yleensä, sillä joukkue ei ole fyysisesti niin paljon yhdessä kuin esimerkiksi jalkapallojoukkue.

4.4 Kilpailutaktiikkaa

Maantiepyöräilyä voisi luonnehtia kilpailuksi, joka koostuu pitkistä tasavauhtisista (kovatai hidasantensiteettiset) jaksoista, joita erottavat lyhyet toimintajaksot. Usein aikaikkuna, jolloin kilpailun varsinainen ratkaisu tapahtuu on hyvin lyhyt; kilpailun ratkaiseva irtiotto muodostuu yleensä muutamassa sekunnissa. Jos voittoa tavoitteleva pyöräilijä ei ole oikeassa paikassa ja osaa tehdä oikeaa valintaa tuona lyhyenä aikana, hänen voittomahdollisuutensa pienenevät huomattavasti. Niinpä kilpailuja hallitsevat lyhyet (< 5 sekuntia) ratkaisuyritykset, joita seuraa joskus jopa usean tunnin mittainen kissa-ja-hiiri takaa-ajovaihe, jossa irtiottoa yritetään saada kiinni.

Yhden päivän maantiepyöräilykilpailussa kilpailutaktiikkoja on pääsääntöisesti kaksi, joista joukkue valitsee soveltuvimman lähinnä joukkueensa kapteenin ja kilpailun profiilin mukaan. Ensimmäinen tapa on pyrkiä pitämään pääjoukko yhtenä ryhmänä ja voittaa lopukirikamppailu. Se vaatii yleensä hyvin vahvaa joukkuetta, joka pystyy tarvittaessa — yhdessä muiden massakiriin pyrkivien joukkueiden kanssa — ajamaan vaarallisia irtiottoyriksiä kiinni ja pitämään pääjoukon kontrollissa viimeisen 20 km aikana. Toinen tapa on muodostaa onnistunut irtiotto, jossa pieni ryhmä kilpailijoita irrottautuu pääjoukosta pyrkien saamaan niin pitkän etumatkan ettei pääjoukko saa enää tavoitettua heitä ennen maalia. Tämä onnistuu yleensä parhaiten jos muiden joukkueiden taktikat menevät yksin tämän taktiikan kanssa tai jos kilpailun profiili on mäkinen, sisältää mukulakiviä tai kilpai-

lussa on kovaa sivutuulta. Kaikki edellämäinitut vähentävät takana pyöräilevän peesausetua ja kasvattaa näin onnistuneen irtiottoryityksen tekemistä.

Strategioita kilpailutaktiikan onnistumiseen ovat mm. erilaiset peesauskuviot, myötä- ja vastatuulen hyödyntäminen, maastonmuotojen oikeanlainen lukeminen, jyrkkien mutkien oikeanlainen käyttäminen, irtiottoryhmää takaa-ajavan ryhmän häiritseminen tai irtiottoryhmän hidastaminen (Prehn 2004; Ahlroos 2005).

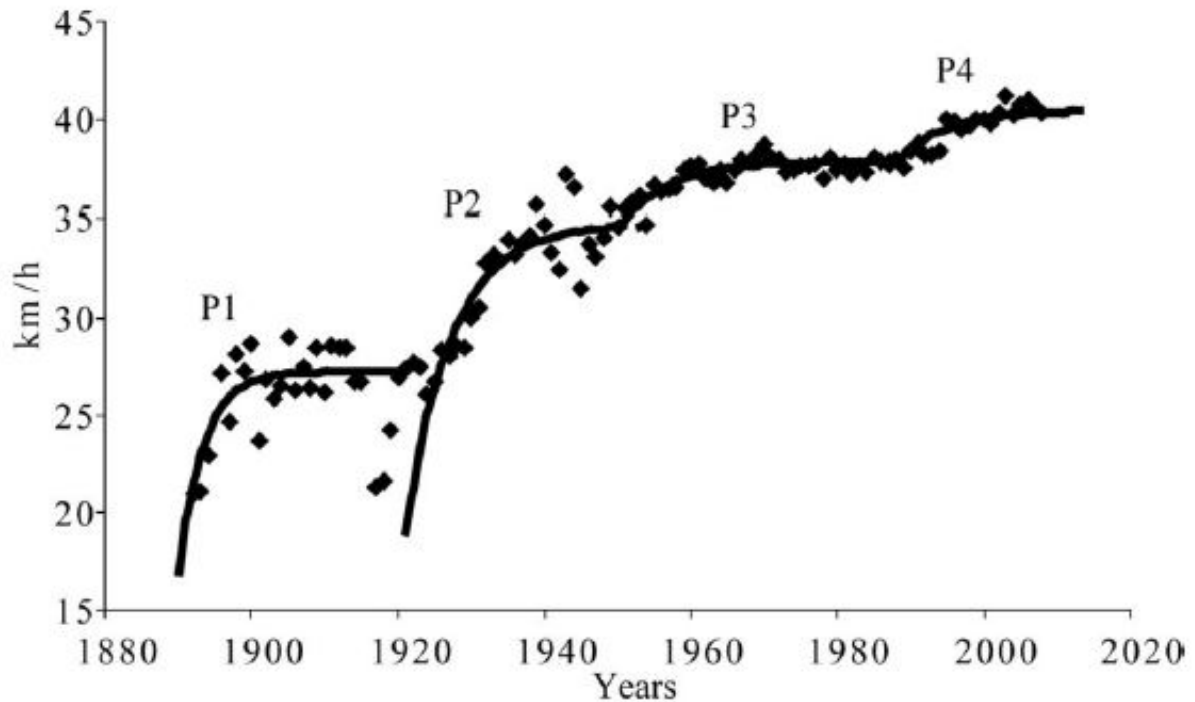
4.5 Erikoistuminen

Pyöräily on siitä erikoinen kestävyysurheilu, että erilaisten kilpailujen maastonmuotojen ja olosuhteiden vuoksi siinä pärjää hyvin monenlaiset pyöräilijät, jotka erikoistuvat hyvin erityyppisiin ominaisuuksiin. Erikoistumisen kohteena voivat olla esimerkiksi tasamaaa, vuoristo, loppukiri, mäkinen maasto ja mukulakivireitti. Lisäksi pyöräilijä voi erikoistua yleisajajaksi, jolla tarkoitetaan erikoistumista pitkiin etappikilpailuihin ja tällöin hänen tulee olla riittävän vahva jokaisella osa-alueella. Tarvittaessa joitain ominaisuuksia voidaan myös yhdistellä, esimerkiksi vahva aika-ajaja voi olla myös vahva mukulakivi- ja tasamaapyöräilijä. Periaatteessa mielenkiintoista on, että kaikki erikoistuneet pyöräilijät saattavat ajaa samoja kilpailuja läpi, mutta erilaisissa rooleissa. Esimerkiksi vahvana yleisajajana tunnettu Bradley Wiggins on voittanut Ranskan ympäriajon, mutta tasamaakilpailuissa hän on ollut apuajajana kirispesialistille (Mark Cavendish) kilpailun viimeisten kilometrien aikana.

4.6 Doping

Suurimpien Eurooppalaisten pyöräkilpailujen keskinopeudet ovat kokeneet neljä kertaa suuren nousupyrähdyksen (ks. kuva 11): ennen ensimmäistä maailmansotaa, maailmansotien välillä, toisen maailmansodan jälkeen ja 90-luvun alussa. Kolme ensimmäistä voidaan linkittää polkupyörän tekniikan kehittymiseen (El Helou ym. 2010). Viimeinen kilpailunopeuden nousu voidaan ainakin anekdoottisesti linkittää systemaattisen erythropoetiini-hormonin (EPO) käytön aloittamiseen, kuten monet tuonaikaiset ammattipyöräilijät ovat kirjoissaan ja haastatteluissa kertonut (Riis 2010; Fignon 2010; doping Agency 2012; Coyle & Hamilton 2012). Tosin, toiset ovat kiistäneet vauhdin kasvun hyppäämisen 90-luvulla (Lodewijckx & Verboon 2014), argumentoiden sen olevan enemmän tarkoitushakuista datan tulkintaa.

Suoritusta parantavien aineiden käyttö on historiallisesti ollut osa pyöräilyä aina 1800-luvun loppupuolelta, jolloin kilpailuja alettiin säännöllisemmin järjestää. Tuolloin suuret sanomalehdet yrittivät edistää lehden myyntiä järjestäen pyöräkilpailuja ja myyntiä nostamaan kehitettiin toinen toistaan pitempiä ja raaempia pyöräkilpailuja. Pyöräilijät huomasivat no-



KUVA 11: 11 suurimman euroopan pyöräkisan keskinopeuksien keskimääräinen kehitys. Nopeuksissa nähdään neljä hyppäystä vauhdin kehityksessä. Kuva El Helou ym. (2010).

peasti piristeiden, kuten amfetamiinien, helpottavan näiden jopa yli 500 km kilpailujen ajamista raskailla pyöräillä heikkokuntoisilla teillä. Niinpä kun 1960-luvulla säännöllisempää dopingkontrollia alettiin rakentamaan, olivat pyöräilijät jo monen sukupolven ajan tottuneet erilaisten suoritusta parantavien aineiden järjestelmälliseen käyttöön. (Maso 2005).

Hieman epätieteellisemmin kiellettyjen aineiden käytön laajuutta voidaan tulkita taulukkoa 3 tarkastellen. Taulukkoon on koottu vuosien 2004 – 2014 Ranskan ympäriajon viisi parasta ajaa ja näistä on merkitty ne, jotka on jotain virallista reittiä (epäselvyyttä biologisessa passissa, doping-panna, jne.) yhdistetty kiellettyjen aineiden käyttöön (Wikipedia 2016).

Pyöräilyssä käytetään monia erilaisia kiellettyjä suoritusta parantavia aineita, mutta suurimmalla huomiolla ovat olleet veren hapenkulutukseen ja siten aerobisen suorituksen parantamiseen tähtäävät veridoping ja EPO. Veridopingissa otetaan urheilijalta verta säilöön, ja se siirretään takaisin muutaman viikon päästä kun urheilijan keho on korvannut menetetyn veren. Näin saadaan kasvatettua absoluuttista verimäärää ja samoin punasolujen määrää. Näistä edellinen auttaa veren takaisinvirtaamista ja Frank–Starlingin lain mukaan kasvattaa sydämen minuuttitulavuutta (McArdle ym. 2007, s. 355), kun jälkimmäinen taas parantaa kehon hapenkuljetuskapasiteettia. EPO-hormonin suoritusta parantava vaikutus perustuu hapenkuljetuskapasiteetin kasvamiseen: EPO nostaa kehon omaa punasolutuotantoa, jota seuraa hematokriitin (punasolumassan suhteellinen osuus verestä) ja hemoglobiinin määrän kasvu josta seurauksena valtimoveren happipitoisuus kasvaa (Birkeland ym. 2000).

TAULUKKO 3: Ranskan ympäriajon viisi parasta 2004 – 2014. Punaisella on merkitty dopingista pannaan saaneet ajajat. Keltaisella on merkitty ajajat, jotka eivät ole saaneet panna, mutta jotka muuten on linkitetty jotain reittiä dopingiin (virallista tietä) (Wikipedia 2016). *: B. Wiggins ja C. Froome ovat saaneet astman hoitoon vahvaa hormonilääkettä, mutta sääntöjä noudattaen ja lääkärin määräyksellä (Cyclingnews 2016). Yhteensä vuosina 2004 – 2014 sijoituksia viiden parhaan joukkoon on 31:llä eri ajajalla, joista 14 on linkitetty kiellettyihin aineisiin (~ 45 %). Toisaalta vuosina 2011 – 2014 viiden parhaan joukkoon sijoituksia on 17 eri ajajalla, joista toistaiseksi kiellettyihin aineisiin on linkitetty 4 (~ 24 %).

Vuosi	1. sija	2. sija	3. sija	4. sija	5. sija
2004	L. Armstrong	A. Klöden	I. Basso	J. Ullrich	J. Azevedo
2005	L. Armstrong	I. Basso	J. Ullrich	F. Mancebo	A. Vinokourov
2006	F. Landis	Ó. Pereiro	A. Klöden	C. Sastre	C. Evans
2007	A. Contador	C. Evans	L. Leipheimer	C. Sastre	H. Zubeldia
2008	C. Sastre	C. Evans	B. Kohl	D. Menchov	C. Vande Velde
2009	A. Contador	A. Schleck	L. Armstrong	B. Wiggins*	F. Schleck
2010	A. Contador	A. Schleck	D. Menchov	S. Sánchez	J. Van der Broeck
2011	C. Evans	A. Schleck	F. Schleck	T. Voeckler	S. Sánchez
2012	B. Wiggins*	C. Froome*	V. Nibali	J. Van der Broeck	T. van Garderen
2013	C. Froome*	N. Quintana	J. Rodríguez	A. Contador	R. Kreuziger
2014	V. Nibali	J.-C. Péraud	T. Pinot	A. Valverde	T. van Garderen

Muita EPO-hormonin suotuisia vaikutuksia on raportoitu olevan mm. neuronaalinen suoja ja muita neuroregeneratiivisia vaikutuksia, apoptoosin (ohjelmoitu solukuolema) ehkäisy ja immunitetin parantaminen (Balestra & Germonpré 2010). Liian suuret EPO-annokset johtavat hematokriitin liialliseen määrään ja siten veren viskositeetin laskemiseen, josta seurauksena saattaa syntyä tukoksia. Muita sivuoireita ovat kohonnut verenpaine, flunssan tapaisia oireita ja hyperkaliemia. (Stricker 1998).

Auttaako veren kuvan muuttaminen?

Useiden tutkimusten mukaan 4 viikon valvottu EPO-hormonin käyttö, jolla nostetaan hematokritti (punasolujen suhteellinen määrä veressä) noin arvoon 50 % (lähtötasolta 42 – 44 %), vaikuttaa VO_{2max} -arvoa nostavasti ~ 6–9 % (Birkeland ym. 2000; Thomsen ym. 2007; Eichner 2007; Hein F.M. Lodewijkx and ym. 2013). Samanlaisia tulosparannuksia on havaittu myös veridopingilla (Eichner 2007). Lisäksi olisi viitteitä, että EPO:n käytöllä aika uupumiseen vakiokuormalla kasvaisi huomattavasti (jopa +50%, Thomsen ym. 2007). Viimeksi mainittua submaksimaalisen suorituksen parantamista ei voi kaikkien mielestä uskottavasti selittää parantuneella veren kuljetuskapasiteetilla, eikä tähän toistaiseksi ole mitään varteenotettavaa syytä (Noakes 2008). Eräs EPO:n suoritusta parantava vaikutus kilpapyöräilyssä voi olla sen palautumista nopeuttava vaikutus, sillä EPO:n on todettu mm. vaimentavan kuormituksen aiheuttamaa tulehdusta lihaksissa (Heuberger ym. 2012). Huomionarvoista on, että tulosparannukset näyttäisivät pysyvän voimassa vielä 3 – 4 viikkoa EPO:n käytön loputtua, jolloin merkkejä EPO:n käytöstä ei enää käytännössä voida mitenkään havaita

(Birkeland ym. 2000; Thomsen ym. 2007).

Ylläolevia tuloksia on toisaalta kritisoitu siitä, että ne on tehty hyvillä amatööreillä, joiden harjoitukselliset ja fysiologiset taustat ovat hyvin erilaiset kuin eliittipyöräilijöillä; Esimerkiksi amatöörien VO_{2max} -tasoa ei ole yleensä vielä harjoitettu maksimiinsa ja eliittipyöräilijöiden VO_2 -kinetiikka eroaa merkittävästi hyvien amatöörien vastaavasta. Jotkut tutkijat ovatkin esittäneet, ettei EPO auttaisi juurikaan ammattilaispyöräilijöiden suorituksessa. (Heuberger ym. 2012; Hein F.M. Lodewijx and ym. 2013). Huomattavaa on myös, ettei EPO-tutkimuksiin olla yleensä jostain syystä sisällytetty mitään suorituskykytestiä, kuten aika-ajotestiä. Koska EPO kuuluu kiellettyjen aineiden listaan, voikin vain arvella kuinka vaikeaa olisi rekrytoida ammattipyöräilijöitä EPO-tutkimukseen. Toisaalta, jotkin pyöräilytallit ovat ilmeisesti hyvin järjestelmällisesti ylläpitäneet dopingohjelmaa ainakin 90-luvulla (doping Agency 2012; Coyle & Hamilton 2012), jolloin periaatteessa ohjelmaa johtaneella taholla voisi olla dataa EPO:n vaikutuksesta ammattilaisiin, mutta tuohon dataan käsiksi pääseminen ei taida olla mahdollista.

Taistelua dopingia vastaan

Suoritusta parantavia kiellettyjä aineita käytetään laajalti urheilussa. Erään arvion mukaan, riippuen urheilulajista, 14 – 39 % urheilijoista on käyttänyt tai käyttää jotain kiellettyä ainetta, kun taas vastaavasti vuosittain noin 1 – 3 % urheilijoista jää kiinni (de Hon ym. 2015). Tästä voidaan vetää kaksi johtopäätöstä: Ensinnäkin taistelu dopingia vastaan on huomattavasti jäljessä dopingin käyttöä, mutta toisaalta suurin osa urheilijoista olisi puhtaita ja näin ollen ilman kiellettyjä aineitakin voi pärjätä.

Pyöräilyn dopingin moderni aika alkoi 1985 kun EPO-hormonin synteettinen valmistusmenetelmä tuli tunnetuksi. Tullessa 1990-luvulle, EPO:n käyttöön oli liitetty hieman alle 20 pyöräilijän kuolema. (Stricker 1998). Tähän vastauksena Kansainvälinen pyöräilyliitto (UCI) määräsi 50 % hematokriittirajan kilpailuunosallistumiselle. Tämä ehkäisi vaarallisen suuret EPO:n käytöt, mutta antoi samalla ”luvan” pyöräilijöille nostaa hematokriittinsä 50 %:iin, koska EPO:a havaitsevaa testi kehitettiin vasta 2000 (Savulescu & Foddy 2011). Uusin ase on 2008 käyttöön otettu biologinen passi, johon urheilijalta kerätään vuoden mittaan useita verinäytteitä ja näistä katsellaan epäsuoria merkkejä veren muuntelusta kielletyillä aineilla (Zorzoli & Rossi 2010). Tämä kitkee suuremmat säännönvastaiset verenarvonmuutokset, mutta täysin pettämätön ei tämäkään ole; esimerkiksi EPO:n mikroannostelua, jossa 3 kuukauden aikana nostetaan hematokriittia 10 % ei välttämättä havaita biologisella passilla (Ashenden ym. 2011).

Kilpapyöräilijät hyökkäävät itsekin toisinaan väärinpelaavia vastaan. Nicole Cooke hyökkäsi rajusti kiellettyjä aineita vastaan ilmoituksessa, jossa kertoi kilpauransa päättymisestä.

Hän ilmaisi vastenmielisyytensä dopingia kohtaan ja nosti esille mm. taloudellisen näkökulman: Esimerkiksi Tyler Hamilton sai dopingin ansiosta paremman suorituskyvyn ja siten palkan kilpauransa aikana. Kiinnijäätään Hamilton taas kirjoitti kokemuksistaan kirjan, jonka myyntituloilla hän tienaa dopingilla jo toisen kerran. Toinen Cooken esille nostama seikka on kunnian ja mahdollisuuden varastaminen. Esimerkiksi Kanadan suurimpiin naispyöräilijöihin kuuluneen — ja dopingista kiinni jääneen — Genvieve Jeansonin varastamia voittoja ei voi toiseksi tulleille jälkikäteen korvata ja vielä vähemmän esimerkiksi olympialaisista hänen takiaan poisjätetyn urheilijan mahdollisuutta kilpailla arvokilpailuissa. (Cooke 2013).

Loppuun huomautettakoon, ettei EPO:n tai veridopingin käyttö ole yksinomaan pyöräilyn ongelma, vaan esimerkiksi EPO:n käyttöä on tavattu kestävyysjuoksussa, hiihdossa, uinnissa, suodussa ja jopa amerikkalaisessa jalkapallossa (Eichner 2007). Jotkut tutkijat ovatkin sitä mieltä, että lääkeaineiden käytön totaalikieltäminen ei ole lainkaan järkevää, vaan tasapuolisuuden ja turvallisuuden nimissä se pitäisi sallia (Savulescu ym. 2016).

5 HARJOITTELUANALYYSI

Harjoittelun pohja pyöräilijöillä muodostuu peruskestävyysharjoittelusta: hyvä aerobinen kunto antaa pohjan selviytyä suuresta harjoittelumäärästä. Lisäksi se edesauttaa palautumista mm. parantuneen aineenvaihdunnan ansiosta ja auttaa juoksun taloudellisuuden kehittymisessä. Hyvälle aerobiselle pohjalle voidaan siis alkaa rakentamaan lajispesifisempää suorituskykyä. (Tuunanen 2014, 8.) Kaikkiaan pyöräilijän on osattava yhdistää harjoitteluunsa parhaalla mahdollisella tavalla aerobinen ja anaerobinen kestävyys yhdessä nopeuden ja voiman kanssa, ottaen huomioon kilpailtava maasto, matka sekä yksilölliset vahvuudet ja heikkoudet.

5.1 Harjoittelumäärät

Kuten aikaisemmin mainittiin, ei pyöräily aiheuta suurta mekaanista vaurioita lihaksiin, mikä mahdollistaa tuntimääräisesti suuren määrän harjoittelua. Ammattipyöräilijät pyöräilevät vuodessa noin 28000 – 35000 km (\sim 900 – 1300 h) (Faria ym. 2005b; Pinot & Grappe 2015; Carlström 2016). Suuntaa antava ammattilaisten harjoittelumäärä eri harjoittelujaksoilla on esitetty taulukossa 4. Tämä valtava harjoitteluvolumi erottelee pitkälti ammattilaiset hyvistä amatööreistä, jotka harjoittelevat noin puolet ammattilaisten määristä (Hawley ym. 1997). Myös kilpailupäivien määrä on huomasti erilainen eliittipyöräilijöillä ja hyvillä amatööreillä (\sim 90 vs. 20) (Jeukendrup ym. 2000). Toki on huomioitavaa, ettei voluumisti suuri harjoittelu itsessään vielä riitä korkeatasoiseksi pyöräilijäksi kasvamiseen, vaan harjoitteluun on sisällytettävä riittävästi kovaintensiteettistä ja progressiivista harjoittelua.

TAULUKKO 4: Ammattipyöräilijöiden summittaiset kilometrimäärät harjoitusjaksoittain. Sykerajat I < AerK < II < AnK < III. (Lucía ym. 2001).

	Syyslepo (ylimenokausi)	Talvikausi	Kilpailukausi
km/viikko	250	700	800
I	88	78	77
II	11	17	15
III	1	5	8

5.2 Ravitseminen

Kilpailupäivän energiankulutus miehillä on 5500 – 6000 kcal ja naisilla arviolta 3000 – 4000 kcal (Lucía ym. 2001). Etappikilpailuissa pyöräilijöillä on 18 h aikaa täyttää glukogeenivarastot ja siinä he hyvin pääsääntöisesti onnistuvatkin nauttimalla > 10 g/kg hiilihydraattia

vuorokauden aikana (Lucía ym. 2001; Santalla ym. 2012). Kilpailun aikana miesammattipyöräilijät nauttivat hiilihydraattia keskimäärin 25 g/h kun suositus olisi 30 – 60 g/h (Santalla ym. 2012). Näin ollen, vaikka ammattipyöräilijät saavatkin kokonaisenergiankulutuksensa tyydytettyä vuorokauden aikana, on suorituksen aikainen energiannauttiminen hieman vajavaista. Toisaalta ammattipyöräilijöiden rasva-aineenvaihdunta myös suurilla tehoilla on huomattavasti parempi kuin amatööreillä (vrt. Abbiss & Laursen 2005), jolloin voisi ajatella, että heille riittää hieman pienempi hiilihydraattitankkaus kilpailun aikana. Kilpailupäivänä miesammattilaiset nauttivat myös paljon proteiinia, jopa 3 g/kg päivän aikana (Lucía ym. 2001), kun suositus olisi > 1.5 g/kg (Stellingwerff ym. 2011). Suurin osa tästä proteiinista tulee kuitenkin valtavan energiavajeen täyttämisen seurauksena eikä varsinaisella proteiinitankkauksella (Lucía ym. 2001). Nestettä miesammattilaiset nauttivat kilpailupäivän aikana 3 – 7 l riippuen nautittavan nesteen hiilihydraattipitoisuudesta ja ilman lämpötilasta (Santalla ym. 2012). Harjoittelun aikaisesta ravitsemuksesta puhutaan tarkemmin aliluvussa 8.2

5.3 Harjoittelun seuranta

Suoritusnopeuden käyttäminen harjoittelun rasittavuuden seuraamisessa on pyöräilyssä suhteellisen huono tapa, sillä nopeus vaihtelee huomattavasti maaston muodon ja tuulen mukaan (vrt. Jeukendrup & A. Van Diemen 1998). Parempi mittari on syke, ja siitä voidaankin perinteisesti laskea harjoittelun kuormittavuuksia eri tavoin. Eräs tapa on jakaa sykealueet numeroin (I<AerK<II<AnK<III), jolloin kuormittavuutta laskettaessa kerrotaan jokaisella sykealueella ollut aika kyseisen sykealueen numerolla⁵ (Friel 2009; Faria ym. 2005b). Toinen tapa on käyttää kaavaa:

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

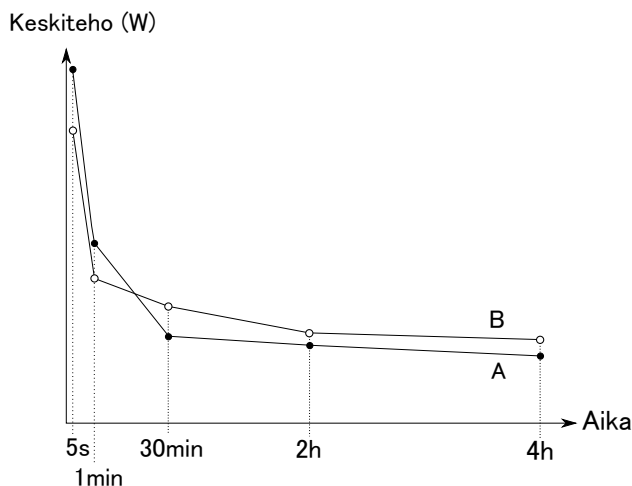
missä t_{kisa} on kilpailun kesto (min), $B = \frac{HR_{\text{kisa}} - HR_{\text{lepo}}}{HR_{\text{max}} - HR_{\text{lepo}}}$, missä HR_{kisa} on kilpailun keskisyke, HR_{max} maksimisyke ja HR_{lepo} leposyke (Banister 1991).

Nykyään yleistyneet tehomittarit ovat myös muuttaneet pyöräilyvalmennusta, ja pyöräilijän tavoitteellisen valmentamisen apuna voi yhdistettyä syke/teho -tietoja käyttää täsmällisesti harjoittelun apuna (vrt. esim. Friel 2009). Tehomittauksen hyvänä puolena on sen nopeampi regoiminen, jolloin esimerkiksi lyhyissäkin (< 30 s) intervaleissa oikean intensiteetin löytäminen — ja harjoittelun progressiivisuuden seuraaminen — on helpompaa.

⁵esim. jos ajamäärät (min) alueilla I/II/III olisivat 50 min/ 30 min /10 min, tulisi kuormittavuudeksi $50 \times 1 + 30 \times 2 + 10 \times 3 = 140$.

5.4 Tehoprofiili

Nykyinen tehonmittauksen helppous antaa mahdollisuuden piirtää pyöräilijän tehoprofiili harjoitteluaineiston perusteella; Tehoprofiiliin otetaan harjoittelun ja kilpailuiden aikaisista tehomittauksista huippukeskiarvot tietyltä aikajaksolta (esimerkiksi 2 kk) 1s, 5s, 30s, 1 min, 5 min, 10 min, 20 min, 30 min, 1 h, 2 h, 3h ja 4 h suorituksista, tai jokin osajoukko näistä (Pinot & Grappe 2011, 2015; Friel 2009, sivu 76). Quod ym. (2010) osoitti, että kilpailuista saatu tehodata vastaa riittävän hyvin laboratorioissa varta vasten tehtyjä testejä tutkituilta 5 s – 10 min ajoilta. Esimerkkinä kuvassa 12 kahden pyöräilijän tehoprofiili.



KUVA 12: Kahden erilaisen hypoteettisen pyöräilijän tehoprofiili. Pyöräilijän A vahvuus on lyhytkestoisissa sprintissä kun taas pyöräilijä B pärjää pidemmissä, yli 30 minuutin maksimisuorituksissa.

Säännöllisesti pidetystä tehoprofiilista näkee pyöräilijän kehittymisen ja pyöräilijän heikkoudet (vrt. Pinot & Grappe 2015), tosin on huomattava, että esimerkiksi sprinttereiden 3 – 4 h ennätystehot ovat todellista matalammat kilpailujen joukkuetaktiikan takia.

5.5 Tapausesimerkki urapolusta

Tässä aliluvussa esitellään tapausesimerkkinä suomalaisen ammattipyöräilijä Kjell Carlströmin urapolku, perustuen puhelinhaastatteluun (Carlström 2016). Taulukossa 5 on hänen maantiepyöräilyurastaan lyhyt esittely.

Nuoruusvuodet

Kjell oli lapsena aktiivisesti liikkuva harrastaen lähinnä kavereiden kanssa paljon kaikkia pallopelejä pelailen jääkiekkoa, jalkapalloa, lentopalloa, koripalloa, jääpalloa, jne. Näiden

TAULUKKO 5: Kjell Carlströmin valikoituja kilpailutuloksia ja uran ammattilaistallit (Procyclingstats 2016).

Sijoittumisia	Vuosi	Kilpailu	Sijoitus
	1999	Serbian ympäriajo	1.
	2000	SM-maantiekilpailu	1.
	2004	SM-maantiekilpailu	1.
	2006	Ranskan ympäriajon, 8. etappi	2.
	2008	Pariisi – Nizza, 3. etappi	1.
		Amstel Gold Race	16.
		Japan Cup	7.
	2009	Tour Down Under	7.
		SM-maantiekilpailu	1.
	2011	SM-maantiekilpailu	1.

Ammattilaistallit	Vuosi	Talli
	2002 – 2004	Amore & Vita - Beretta (Puola)
	2005 – 2009	Liquigas (Italia)
	2010 – 2011	Sky Procycling (Iso-Britania)

ohella pyöräily kulki kuitenkin aina mukana.

– Maaseudulla kuljettiin paikasta toiseen pyörällä, siten sitäkin tuli pakostakin harrastettua.

Teini-iässä, 13 vuotiaana, Kjellin pyöräilystä kiinnostunut ystävä sai houkuteltua Kjellin ostamaan maantiepyörän ja osallistumaan kansaan kilpailuihin. Kjellin lahjat maantiepyöräilyssä eivät kuitenkaan olleet välittömästi nähtävissä.

– Olin kilpailuissa 2. viimeinen, 3. viimeinen... Olin alkuun hieman laiska harjoittelemaan, mutta halusin pärjätä ja minulla oli kova kilpailutahto.

14 vuotiaana Kjell sai ensimmäisen kerran valmennusohjelman, jota hän alkoikin seuramaan. Tätä seurasi parin vuoden päästä tärkeä tavoite.

– Asetin tavoitteeksi, että 18 vuotiaana olisin yhtä hyvä kuin kaverini. Tämä muutti huomattavasti suhtautumistani harjoitteluun.

Tämä päätös piti Kjellin pyöräilyn parissa ja helpotti vaikeiden jaksojen yli. 18-sarjassa Kjell pääsikin sitten jo maajoukkueeseen ja sitä myötä ajamaan myös joihinkin kansainvälisiin kilpailuihin. Ja mikä tärkeintä, tavoite oli saavutettu; Kjellistä oli kehittynyt yhtä hyväksi kuin kaverinsa. Seuraavat tavoitteet olivat enemmän lyhytaikaisempia kausitavoitteita —

pärjätä Pohjoismaitten mestaruuskilpailun joukkueaika-ajossa, jne. — joita tehtiin yhdessä valmentajan kanssa; Yleinen tahto Kjellillä oli kuitenkin kehittyä pyöräilijänä.

Ammattilaiseksi

Vaikka Kjell maajoukkueessa pääsikin ajamaan joitain kansainvälisiä kilpailuja, ei kansainvälisiä lähtöjä sitä kautta tullut kuitenkaan riittävästi kunnianhimoiselle nuorelle miehelle.

– Päädyin vaihtamaan seuraa TWD:hen, jonka kanssa pääsin useampiin kansainvälisiin kilpailuihin mukaan. Samasta syystä vuotta myöhemmin vaihdoin vielä Turun Urheiluliittoon (TuUL).

TuUL:n väreissä tuli myös menestystä; Kjell voitti 1999 Serbian ympäriajon ja unelmoi jo suuremmista piireistä.

– Luulin pelkän tuloksen riittävän ammattilaissopimukseen. Ajattelin Serbian voittoni jälkeen ammattitallien ottavan yhteyttä, mutta kukaan ei tullutkaan hakemaan ammattilaiseksi. En ymmärtänyt, että minun olisi pitänyt ottaa aktiivinen rooli.

TuUL:n riveissä Kjell kuitenkin pärjäsi edelleen ja vuonna 2000 TuUL menestyi erinomaisesti Jugoslavian ja Bulgarian ympäriajoista, joiden jälkimainingeissa TuUL:sta napattiin polkijoita ammattilaistalleihin. Kjellin vuoro tuli 2002 ja hän sai sopimuksen 2. divisioonan joukkueeseen Amore & Vita - Beretta, joka tuolloin oli puolalainen talli. Tuon ensimmäisen sopimuksen hänen onnistui järjestämään itse. Eurooppalaisessa ammattilaistallissa — vaikka hieman pienemmässäkin — sai ottaa osaa jo suurempiin ja tunnetuimpiin ammattipyöräkilpailuihin, mikä sopi pyöräilyssä koko ajan kehittyvälle Kjellille. 3 vuotta myöhemmin Kjellin onnistui saamaan pesti korkeimman sarjatason Liquigas -talliin.

– Sen sopimuksen hoiti managerini. Itse en olisi kyennyt sitä tekemään; en ollut verkostoitunut, enkä tuntenut oikea ihmisiä.

Ammattilaiseksi pääseminen toi jonkin verran muutoksia Kjellin harjoitteluun.

– Sitä huomasi elävänsä unelmaansa ja saaneensa ainutlaatuisen tilaisuuden, joten aloin panostamaan pyöräilyyn hieman eri tavalla. Lisäksi palautuminen harjoituksista tehostui, kun pystyin keskittymään ainoastaan pyöräilyyn, jolloin pystyin tekemään kovia harjoituksia enemmän.

Viimeisinä amatöörivuosina Kjell harjoitteli 24000 – 26000 kilometriä vuodessa ja ammattilaiseksi tulon jälkeen tuo määrä kasvoi hiljalleen 32000 kilometriin vuodessa. Tyypillinen ammattilaisvuosi sisälsi täten 1100 – 1150 tuntia pyöräilyä, parhaimmillaan \sim 1300 h.

Pyöräillessään ammattilaisena Euroopassa, Kjell suoritti samaan aikaan myös kandidaatin tutkintoa Åbo Akademiassa.

– Uravalintaani ymmärrettiin yliopistossa. Kerran sain tehdä tentin hotellissa Italiassa, hotellin johtajan valvoessa tenttimistäni! Yllättävän hyvin sitä pystyi yhdistämään opiskelun ja ammattipyöräilyn. Lisäksi opiskelu tasapainotti elämää, kun pystyi näkemään elämää pyöräilykuplan ulkopuolellakin.

Liguigas-talliin pääsemisen jälkeen Kjell ajoi koko loppu-uransa — 8 vuotta — pyöräilyn korkeimmalla sarjatasolla. Ammattipyöräilijäuran jälkeenkin Kjell on viihtynyt pyöräilyn parissa toimien mm. sveitsiläisen IAM Cycling -ammattijoukkueen urheilutoimenjohtajana ja Suomen pyöräilyn maajoukkueen joukkueenjohtajana.

– Ammattiuran toimin 5 kk ala-asteen opettajana. Olihan se kokemuksena kiva, mutta huomasi, ettei se sittenkään ollut ominta alaani.

6 KANSAINVÄLISEN TASON PYÖRÄILIJÄ

6.1 Ammattipyöräilijän fysiologia

Tyypilliset kansainvälisen tason ammattipyöräilijän fysiologisia ominaisuuksia on lueteltu taulukkoon 6

TAULUKKO 6: Tyypillisiä ammattilaisten/kansainvälisen tason pyöräilijän fysiologia- ja suorituskykyarvoja (Wilber ym. 1997; Padilla ym. 1999; Jeukendrup ym. 2000; Lucía ym. 2001; Faria ym. 2005b; Martin ym. 2005; Ebert ym. 2005; Sallet ym. 2006; Santalla ym. 2012; Pinot & Grappe 2015; Menaspá 2015; Menaspá ym. 2015). ^a Maksimiporrastesti 3 – 4 min portailla;

Ominaisuus	Miehet	Naiset
VO _{2max} (l/min)	5 – 5.5	
VO _{2max} (ml/kg/min)	70 – 80	60 – 70
W _{max} ^a	390 – 470 W	290 – 350 W
W _{max} /kg	5.8 – 6.6 W/kg	5 – 5.7 W/kg
W _{AnK}	320 – 390 (~ 4 – 5 W/kg)	220–260 W (~ 3.8 W/kg)
AnK	> 85 % VO _{2max}	80 – 88 % VO _{2max}
W _{AerK}	250–320 W	
AerK	> 63 % VO _{2max}	–
40 km Aika-ajo	<56 min	–
30 km Aika-ajo	–	<45 min
5 s maksimiteho	1000 – 1200 W (~ 16 W/kg)	
Sprintterin huipputeho	1000 – 1440 W (15 – 20 W/kg)	700 – 1100 W (13 – 17 W/kg)
Sprintterin sprintin keskiteho (10–15 s)	900 – 1100 W (12 – 16 W/kg)	—
Aika-ajajan teho	350 – 400 W (1h)	260 – 300 W
Mäkiekspertin nousuteho	> 5.5 W/kg	.

Antropometrisesti tyypillinen miesmäkiekspertti painaa ~ 60 – 65 kg, aika-ajo/tasamaa-ajaja 70 – 75 kg ja etappiajoihin erikoistuneet 65 – 70 kg (Santalla ym. 2012). Näin ollen mäkiekspertti korvaa keveydellään hieman heikommän maksimaalisen tehontuoton saaden W/kg lukeman suureksi, mikä on oleellista pitkissä ja jyrkissä ylämäissä, joissa painovoima on suurin suoritusta hidastava tekijä. Rasvaprocentti miesammattilaisilla on tyypillisesti 8 – 10 % (Lucía ym. 2001).

Huomattavaa on, että VO_{2max} ei näyttäisi juurikaan muuttuvan tietyn tason jälkeen (vrt. Lundby & Robach 2015) — jolloin kaikki parannukset tulevat muista komponenteista, lähinnä kynnyksien arvoista. Suurimmat erot hyvien amatöörien ja ammattilaisten välillä tu-

levatkin juuri AnK ja AerK -kynnysten suhteen; hyvillä amatööreillä AnK/AerK-kynnykset ovat tyypillisesti $60\% \text{ VO}_{2\max} / 80\% \text{ VO}_{2\max}$ kun taas taulukosta 6 nähdään, että ammattilaisilla vastaavat luvut ovat tyypillisesti $> 63\% / > 85\% \text{ VO}_{2\max}$. Esimerkiksi Paavo Nurmi keskus -datasta nähdään, että testatuista amatööreistä AerK $>60\% \text{ VO}_{2\max}$ löytyy 20/55 testatuista, mutta $>65\% \text{ VO}_{2\max}$ vain 8/55. Vastaavasti AnK $> 80\% \text{ VO}_{2\max}$ löytyy 20/55 testatuista, mutta $>85\% \text{ VO}_{2\max}$ vain 3/55. Harjoittelun kannalta huomioitavaa on, että kynnystehot vaihtelevat kauden aikana suurestikin, mutta kynnysykkeet eivät juurikaan (Lucía ym. 2001).

Huomattavaa kuitenkin on, että pelkät testiarvot eivät yksinään kerro pyöräilijän suorituskyvystä. Esimerkiksi Vogt ym. (2007b) esittivät testitulokset Italian ympäriajon kokonaiskilpailuun keskittyvältä joukkueen kapteenilta: $W_{\max} = 400 \text{ W}$ (5.9 W/kg), $W_{\text{AerK}} = 209$ (3.1 W/kg) ja $W_{\text{AerK}+1} = 305$ (4.5 W/kg).⁶ Itsessään nämä arvot eivät ole kovin suuret, mutta niillä kuitenkin päästiin Italian ympäriajon 25 parhaan joukkoon vuonna 2005.

Toisekseen, esimerkiksi loppusprintti on muutakin kuin tehoja, sillä lopullisen sijoituksen ja tehdyn sprintin maksimitehon välillä ei itse asiassa ole juurikaan korrelaatiota (Menaspá 2014).

Nämä esimerkit kielivät siitä, että pelkistä testeistä ja fysiologisista arvoista ei voi vetää liian pitkälle meneviä johtopäätöksiä; Huonoja testituloksia voi kompensoida esimerkiksi vaikeammin mitattavilla psyykkisillä vahvuuksilla ja taktisella osaamisella. Suoritus kilpailussa on loppujen lopuksi se tärkein määräävä elementti ja toisinaan hajotettaessa pyöräilysuoritus laboratorioissa osiin, menetetään kokonaiskuva.

6.2 Kilpailun vaatimukset

Erikoistumisten takia pyöräilijöillä on hyvin erilaisia vaatimuksia kilpailujen suhteen; esimerkiksi hyvin mäkiajajien tulee maksimoida W/kg -arvonsa, kun taas sprintterien tulee maksimoida huipputehonsa. Kuitenkin, kilpailujen perusvauhtikin vaatii jo jonkinlaisen tason jokaiselta kilpailijalta. Tasamaakilpailujen keskitehot miehillä ovat noin 180 – 240 W ($\sim 2.8 - 3.5 \text{ W/kg}$) ja naisilla 150 – 210 W ($\sim 2.6 - 3.6 \text{ W/kg}$). Vastaavasti mäkisessä maastossa tehot ovat hieman korkeammat (miehet $\sim 230 \text{ W}$) ja vuoristossa suurimmat (miehillä $\sim 250 \text{ W}$). (Jeukendrup ym. 2000; Ebert ym. 2005, 2006; Vogt ym. 2007a; Lim ym. 2011).

Käytännössä siis miesten kilpailujen tehot ovat usein suuremmat kuin naisilla, mutta painokiloa kohti kilpailujen tehot ovat miehillä ja naisilla hyvin samantasoisia. Huomattavaa on, että usein miesten kilpailut ovat 50 – 100 % pidempiä. Kilpailun keskiteho ei tosin ker-

⁶Maksimaalinen kynnystesti tehtiin 3 min portailla. Tässä AerK+1 on aerobinen kynnys + 1 mmol/l laktatin nousu, joka on eräs määritelmä anaerobiselle kynnykselle.

ro koko kilpailun vaatimusta, sillä esimerkiksi tasamaakilpailuissa kilpailun tempo on hyvin vaihtelevaa: Niin miehet kuin naiset viettävät noin 30 % alle 100 W tehoalueella, ja vastavasti noin 10 min yli 7.5 W/kg tehoalueella (naisilla 430 W, miehillä 530 W) (Ebert ym. 2005, 2006). Lisäksi ylämäet ovat tyypillisiä ratkaisupaikkoja, ja niinpä nousuissa on yltävä korkeaan jatkuvaan tehontuottoon pysyäkseen kärkijoukon mukana.

7 LAJIN TILA SUOMESSA

Vaikka pyöräily kuntoiluharrastuksena Suomessa onkin suosittua (800 000 – 900000 harrastajaa, lukkopoljinkriteerein 50000–100000, SPU 2013), ei maantiekilpapyöräily Suomessa ole kovin suosittua. Tällä hetkellä Suomessa on pyöräilyseuroja noin 130, joista erinomaisesti voivia ja toimivia on alle 15 (Sorsa 2016). Kaikkien pyöräilylajien kilpailulisenssiajajia on Suomessa noin 1400, ja kasvua on kymmenessä vuodessa ollut noin 400 (Kyllönen 2016). Tuosta 1400 ajajasta noin puolet on maantiepyöräilijöitä, kattaen kaikki junioreista ikäsarjoihin (Sorsa 2016). Pitkällä aikajänteellä — 30 vuoden aikaperspektiivillä — maantiepyöräilyn suosio on kuitenkin laskenut. Vielä 80-luvulla maantiekilpailulisenssejä oli yli tuplasti nykyiseen verrattuna. Etenkin junioriluokissa on tapahtunut kutistumista; kun 80-luvulla saattoi alle 18-vuotiaiden kilpailussa olla miltei 100 ajajaa, on niissä nykyään enää noin 10–15 (Kyllönen 2016). Toisaalta sama trendi on ollut muillakin kestävyyslajeilla kuten juoksulla ja hiihdolla. Kun verrataan muihin Pohjoismaihin, Ruotsissa ja Norjassa on enemmän kilpapyöräilijälisenssejä ja siten myös kilpailuissa jonkin verran enemmän polkijoita, etenkin junioriluokissa. Selvästi eniten kilpailijoita löytyy Tanskasta, jossa myös kilpailujen määrä on Pohjoismaista runsainta (Kyllönen 2016).

7.1 Järjestelmä

Suomen Pyöräilyunioni on pyöräilyn kattojärjestö Suomessa. Maantiepyöräilyyn liittyen sen alaisuudessa toimii maantiepyöräilyjaosto ja Huippupyöräily-yksikkö (HPY). Edellisen päätehtävinä on kaikenlainen maantiepyöräilykilpailuihin liittyvä toiminta: kilpailuohjelman suunnittelu ja toteutus, henkilöstön hankkiminen kilpailuihin, tarvittavat materiaalit, jne. Lisäksi maantiejaosto esittää arvokilpailuihin lähetettävän joukkueen, jonka huippupyöräily-yksikkö ja SPU:n hallitus vahvistavat, tehden toisinaan muutoksiakin (Kyllönen 2016). HPY kokoaa Suomen parhaimmat pyöräilijät ja koordinoi heitä kootusti leirittäen ja antaen mahdollisuuksia kansainvälisiin kilpailuihin (Sorsa 2016). Voisi siis sanoa, että HPY hoitaa kansainväliselle tasolle pyrkiviä pyöräilijöitä, jotta seurat ja maantiejaosto voisivat keskittyä omaan seuratyöhönsä. Resurssit ovat rajalliset ja suuri osa työstä tehdään jaostoissakin vapaaehtoistyönä (Kyllönen 2016). Näistä syistä mm. tiedottaminen on ollut niukkaa, mutta tähän epäkotaan on puututtu palkkaamalla ulkopuolinen media-alan osaaja, joka on

myös kouluttanut vapaaehtoisia tiedotusaktiiveja tuottamaan ammattimaisemmin tiedotteita. (Sorsa 2016; Kyllönen 2016).

Valmennuspuolella on tällä hetkellä paljon kurottavaa niin määrän kuin koulutuksenkin suhteessa. Itse asiassa, lajiliitolla ei tällä hetkellä ole järjestettyä valmentajakoulutusta (Kyllönen 2016). Suomessa ei lisäksi ole yhtään palkattua pyöräilyvalmentajaa, vaan kaikki toimivat oman työnsä ohella (Sorsa 2016).

7.2 Maantiepyöräilyä järjestelmän alla

Suomessa on juuri herätty myös juniorityön tärkeyteen tulevaisuuden tason nostamiseksi (SPU 2013), ja tätä silmällä pitäen onkin juuri perustettu Nuorisoyksikkö, jonka tarkoituksena olisi jakaa hyvin toimivien seurojen juniorityön toimintamallia kaikille seuroilla. Ideana olisi, että nuorille saataisiin kaikkein parhaimmat valmentajat, ja että täysikäisiksi kasvettaen parhaimmat pääsisivät Huippupyöräilyksikön alaisuuteen, ja siitä näyttöjen perusteella mahdollisuuksien mukaan aina ammattilaisiksi ulkomaille. Suurin haaste on kuitenkin siinä, että koska Suomessa kaikki valmentajat ja seurat toimivat vapaaehtoisvoimin, on loppujen lopuksi käytännössä seuran toimijan omasta halusta ja innosta kiinni muuttavatko seurat juniorityötään, muutosta ei tässä tapauksessa voi ylhäältä päin pakottaa. (Sorsa 2016).

Lisäksi Suomessa tiedostetaan, että ilman kansainvälisiä kokemuksia ei kansainvälisissä kilpailuissa voi pärjätä; kilpailujen vauhdit ovat kansainvälisesti kuitenkin kotimaan kilpailuja intensiivisempää. HPY ajattaakin maajoukkueena huippuvalmennukseen kuuluvia pyöräilijöitä mahdollisuuksien mukaan kansainvälisissä kilpailuissa. Maajoukkuelähtöjä tulee korkeintaan 6 – 8 vuodessa. Tämän lisäksi muutamat seurat osallistuvat joihinkin kansainvälisiin kilpailuihin. Paras tapa saada kansainvälistä kokemusta, varmempaa rahoitusta ja ammattimaisempaa valmentamista olisi luonnollisesti päästä korkean luokan ammattijoukkueeseen ulkomaille, mutta Suomessa ei ole vakiintunutta reittiä ammattilaiseksi. Käytännössä Suomen entiset ammattilaiset auttavat suhteillaan lupaavia nuoria, mutta siltikin ammattilaiseksi pääseminen vaatii hyvän suorituskyvyn lisäksi onnea ja omistautumista. (Sorsa 2016).

Voi siis sanoa, että Suomesta nouseminen maantiepyöräilyn huipulle on pitkä, sillä harvinaisuutensa vuoksi ei suoria rakennettuja linjoja ulkomaille ole.

7.3 Lajin tila nyt ja tulevaisuudessa

Lajina maantiepyöräily on Suomessa suhteellisen pieni ja toimii pitkälti harrastepohjalta; niin valmentajat, järjestöt kuin urheilijat toimivat useimmiten oman työnsä ohella ja Suo-

men maantiepyöräily toimii — kuten niin moni muukin laji Suomessa — lajiin omistautuneiden vapaaehtoisten voimin. Pienestä harrastajamäärästä huolimatta Suomesta on aina kuitenkin löytynyt lahjakkaita nuoria lajin pariin (Sorsa 2016), mikä näkyy mm. tuoreista MM-pronssimitaleista (mitalit tulivat joukkueaika-ajosta ja maantiekilpailusta), jotka Lotta Lepistö voitti 2016 maantiepyöräilyn MM-kilpailuista. Lisäksi aina tasaisin väliajoin Suomesta nousee yksittäisiä pyöräilijöitä ammattilaiseksi ulkomaille. Nyt kun juniori- ja nuorisotyön tärkeyteen on herätty toden teolla, HPY:ssä nähdään maantiepyöräilyn tulevaisuus nykypäivää valoisampana; odotuksena olisikin, että 5 vuoden kuluessa erityisesti seurojen junioritoiminta olisi organisoidumpaa ja juniorikilpailuihin olisi saatu houkuteltua enemmän osallistujia (Sorsa 2016).

8 VALMENNUKSEN OHJELMOINTI

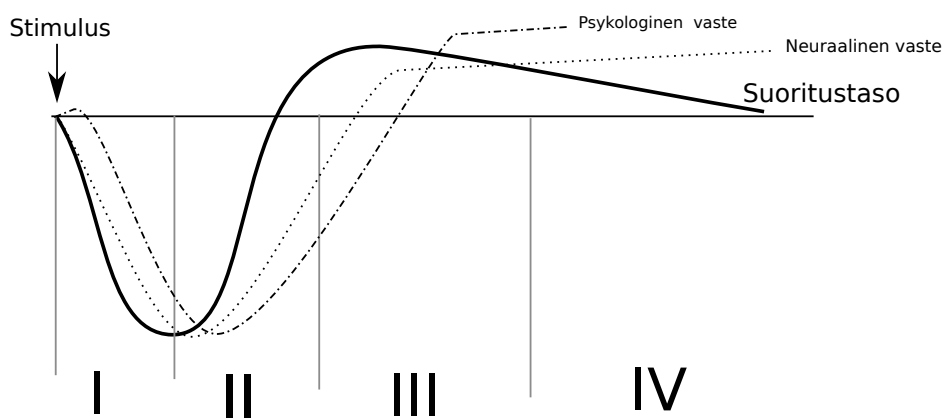
Tässä osiossa käydään läpi valmennuksen teorian pääseikkoja ja esitetään lopuksi esimerkitapaus yhden vuoden harjoittelusta esimerkkiurheilijalla, jonka kauden päätavoite on maantiepyöräilyn SM-kilpailut kesäkuun loppupuolella. Pääasia valmennuksessa on kokonaiskuuvan hahmottaminen, missä tulee miettiä mekanistisesti ravinto, harjoittelu ja lepo sopivissa annostelusuhteissa unohtamatta kuitenkin valmennettavan yksilöllisiä taipumuksia ja hänen sosiaalisia suhteitaan ja henkilökohtaisia mieltymyksiään.

8.1 Ohjelmointi harjoituskaudella

Tässä luvussa katsotaan tarkemmin koko vuoden harjoituksen ohjelmointi. Jotta harjoituksessa mielekkyys ja kehitys säilyisi ja välttyttäisiin monotoniselta harjoittelulta, on harjoittelun jaksottaminen eri tavoittein ja perustein oleellinen osa harjoittelua. Päiväntarkkaa ohjelmaa ei tässä pyritä tekemään, vaan tarkoituksena on hahmottaa suuret suuntaviivat harjoittelulle ja milloin mihinkin osa-alueeseen kannattaa paneutua ja miten ja kuinka voi ottaa urheilijaa yksilönä huomioon. Parhaimmillaan urheilija ja valmentaja ovat viikottain yhteydessä toisiinsa, jotta seuraavan viikon harjoituksia voitaisiin kohdentaa tarkemmin aiemman viikon suoritusten valossa joko helpommaksi, intensiivisemmiksi tai voidaan tarvittaessa muuntaa harjoitusärsykettä.

Harjoittelun rytmitys

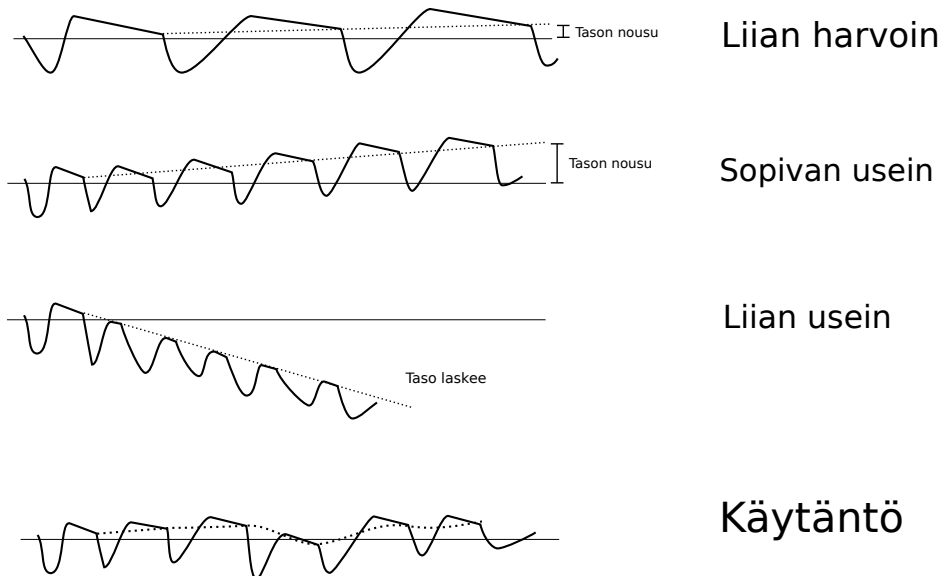
Koko harjoittelun perusteena on ymmärrys harjoituksen aiheuttamasta superkompensaatista kuvan 13 mukaisesti.



KUVA 13: Stimulusta (harjoitusta) seuraa neljä vaihetta: Katabolia (1 – 2 h), Kompensaatio (24 – 48 h), Superkompensaatio (1 – 3 d), Taantuminen (3 – 7 d). (Bomba & Haff 2009, luku 1).

Harjoittelu aiheuttaa stimuluksen, josta aiheutuu aluksi katabolinen vaihe, jota leimaa niin psyykinen kuin fyysinenkin väsymys. Tätä seuraa kompensatiovaihe kestäen tehdystä harjoituksesta, palautumisen eteen tehdyistä toimenpiteistä ja yksilöllisistä eroista riippuen yleensä noin 1 – 2 d. Kompensatioon kuuluvat mm. energiavarastojen täydentäminen (välittömät ATP & PCr noin 15min, hiilihydraattivarastot ≤ 24 h), proteiinisynteesi ja EPOC (jopa 36 h). Tällöin suoritustaso on palannut harjoitusta edeltävälle tasolle. Kuitenkin, keho pyrkii superkompensimaan stimuluksen siten, että — jälleen riippuen harjoituksesta jne. — normaalisti 1 – 3 päivää stimuluksen jälkeen urheilijalla on superkompensaatio — niin fyysinen kuin psyykinen — jossa suorituskyyky on parempi kuin ennen harjoitusta mahdollistaen progressiivisesti hieman kovemman harjoitteen tekemisen. Jos tätä aikaikkunaa ei käytä, viimeisenä vaiheena noin viikossa menetetään aikaansaatu superkompensatio ja taannutaan takaisin lähtötasolle. Huomattavaa on, että suorituskyykyllä, psykologisilla ominaisuuksilla ja neuraalisilla ominaisuuksilla voi olla eriävät superkompensatiovasteet, jolloin seuraavan harjoituksen ajoittaminen tulee tapahtua ottamalla nämä sopivasti huomioon.

Kun harjoituksia toistetaan, syntyy superkompensatioista erilaisia suorituskyykyyn muutoksia kuvan 14 mukaisesti. On syytä huomioida, että harjoitusärsyksen muokkaaminen on myös olennaista; urheilijan keho tottuu nopeasti samanlaiseen ärsytykseen ja suoritustason nousemiseen tarvitaankin jatkuvasti uudenlaisia ärsykeitä. (Bomba & Haff 2009, luku 1).



KUVA 14: Erilaisia pitemmän ajan teoreettisia vasteita. Ensimmäisessä harjoituksen ajoitus on myöhässä ja suorituskyyky ei nouse optimaalisesti. Toisessa ajoitus on parempi. Kolmannessa harjoitukset seuraavat liian usein toisiaan johtaen ylikuntoon. Kuitenkin, käytännössä urheilijat eivät tee ainoastaan yhdenlaista harjoitusmallia, joten todellinen vaste on kumpuilevaa, neljännen kuvan mukaisesti. (Bomba & Haff 2009, luku 1).

Harjoitusvuosi

Harjoitusvuosi jaetaan tyypillisesti peruskuntokauteen, kilpailuun valmistavaan kauteen ja kilpailukauteen, joille jokaiselle on syytä määrätä oma harjoitustavoite. Jotta saataisiin näkyviin kehitystä halutussa ominaisuudessa, sitä tulisi harjoitella vähintään 4 viikkoa (Ahlroos 2005). Riippuen urheilijan tavoitteista, harjoitusvuosi voidaan suunnitella yksi tai kaksihuippuseksi. Kansainvälinen maantiepyöräilykausi on pitkä (tyypillisesti maaliskuulta lokakuulle), jolloin urheilija voi hyvin valita kaksihuippuisen keskittyen esimerkiksi kevään- ja syksyn kilpailuihin.

Harjoituskaudet

Peruskuntokausi. Peruskuntokausia on yleensä kaksi I & II. Nimensä mukaisesti pääpaino näillä on perusominaisuuksien harjoittamisella, pohjan luomisella. Ajoitukseltaan peruskuntokausi I alkaa yleensä ylimenokauden jälkeen syksyllä lokakuun tienoilla ja kestää noin 12 – 16 viikkoa joulutammikuulle. Tätä peruskuntokautta seuraa yleensä peruskuntokausi II, joka on intensiteetiltään hieman kovempi ja valmistelee urheilijaa kilpailuun valmistelevan kauden kasvaviin intensiteetteihin. Voima-ominaisuuksien kehittäminen kannattaa keskittää peruskuntokaudelle, jolloin suuri-intensiteettisiä harjoituksia ei ole paljoa ja urheilija voi tehdä voimaa levänneenä lajispesifisten harjoitusten kärsimättä. Yleensä voimaharjoittelu kannattaa aloittaa 2 – 4 viikkoa kestäväällä valmistelevalle kaudella peruskuntokausi I:llä, jonka jälkeen kannattaa siirtyä maksimivoimakauteen, kestoltaan 4 – 12 viikkoa. (Ahlroos 2005, Luku IX/2 ja Bomba & Haff 2009, Luku 6).

Kilpailuun valmistava kausi. Tämä jakso kestää ohjeellisesti 8 – 12 viikkoa ja se ajoittuu juuri ennen kilpailukauden aloittamista. Tällöin keskitytään lajikohtaisten ominaisuuksien parantamiselle. Tämä on vielä viimeinen mahdollisuus keskittää harjoittelu omien heikkouksiin ennen kilpailukauden aloittamista, jolloin pääpaino on urheilijan vahvuuksien maksimointi.

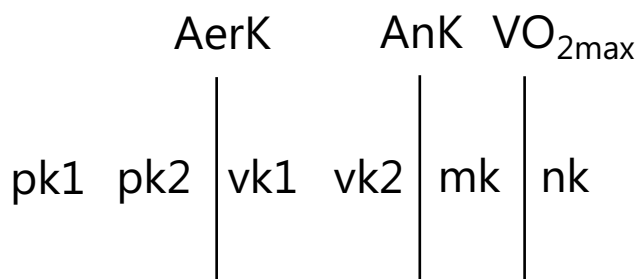
Kilpailukausi. Tällöin on tarkoitus siirtää edellisistä kausista hankitut ominaisuudet (mm. voima- ja nopeusominaisuudet) kilpailusuorituksiin. Tavoitteena on maksimoida kilpailusuoritus kauden päätavoitteeseen käyttäen muita kilpailuja tai kilpailunomaisia harjoituksia suorituksen hiomiseen. Ennen pääkilpailua on syytä suorittaa erillinen herkistelyjakso, jossa intensiteettiä pidetään korkealla mutta harjoittelun voluumia lasketaan dramaattisesti tuoden keho hyvin levänneenä tärkeimpiin kilpailuihin.

Ylimenokausi. Kilpailukauden jälkeen on vuorossa noin 4 viikon ylimenokausi, jolloin urheilija lepää niin mieltään kuin kehoaan menneen vuoden harjoittelusta keventäen tuntuvasti harjoittelun intensiteettiä ja voluumia. Tällä kaudella voi olla hyvä levätä ja esimerkiksi harastaa jotain aivan muuta, mielellään kuitenkin omaa lajia tukevaa, urheilulajia. On kuitenkin

kin syytä huomioida, että ilman kovatehoisia ylläpitäviä harjoituksia, suorituskyky laskee olennaisesti ylimenokaudella (Maldonado-Martín ym. 2016), joten ylimenokaudellakin olisi syytä ainakin kerran viikossa tehdä kovatehoisempi vauhtikestävyysharjoitus.

Harjoitusalueet

Suomessa eri harjoitusalueet jaetaan hyödyntäen aerobista- (AerK) ja anerobista (AnK) kynnystä kuvan 15 mukaisesti (Ahluos 2005, Luku VI).



KUVA 15: Suomalaiset kestävyysurheilun harjoitusalueet. pk = peruskestävyys, vk = vauhtikestävyys, mk = maksimikestävyys, nk = nopeuskestävyys

Seuraavassa esitellään lyhyesti eri harjoitusalueet (Ahluos 2005, Luku VI).

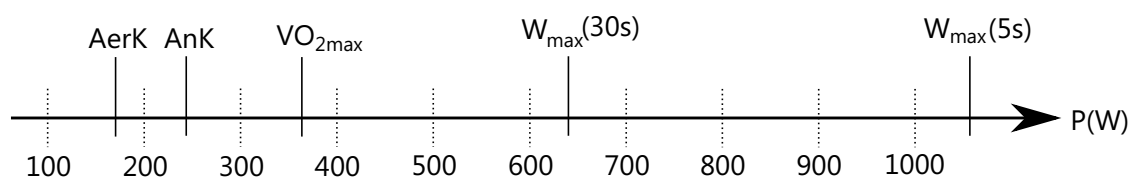
Peruskestävyys 1 & 2: Pitkinä lenkkeinä suoritettut peruskestävyysharjoitukset vahvistavat sydäntä ja verenkiertoelimistöä sekä kehittävät rasva-aineenvaihduntaa. Lenkit ovat tyypillisesti vähintään 1.5 tuntia, ja enimmillään jopa 5 – 6 tuntia.

Vauhtikestävyys 1 & 2: Energiantuotto vauhtikestävyysalueella turvautuu jo huomattavasti enemmän hiilihydraatteihin. Vauhtikestävyysharjoittelu parantaa parhaiten kynnysvauhtia ja -tehoja. Nuorilla ja kokemattomilla vauhtikestävyysharjoittelu kehittää parhaiten myös maksimaalista hapenottokykyä, kokeneemmat tarvitsevat tähän maksimikestävyysharjoittelua. Vauhtikestävyysharjoittelu on pyöräilyharjoittelun eräitä kulmakiviä. Harjoittelu on tyypillisesti intervallityyppistä työskentelyjaksojen ollessa huomattavasti pidempiä kuin lepojaksosten.

Maksimikestävyys: Maksimikestävyysalueella harjoiteltaessa, keho ei pysty poistamaan anaerobisen energiantuoton kuona-aineita (laktaattia ja happamuutta aiheuttavia vetyioneja) samaan tahtiin kuin mitä keho niitä tuottaa. Energiantuotto on yksinomaan hiilihydraateista ja hyvin paljon anaerobisesti tuotettua. Maksimikestävyysharjoittelulla parannetaan hengitys- ja verenkiertoelimistön kapasiteettiä ja maksimaalista hapenottokykyä (VO_{2max}). Lisäksi keho oppii poistamaan anaerobisen energiantuoton kuona-aineita paremmin. Maksimikestävyysharjoittelu tulisi tehdä hyvin palautuneessa tilassa. Yleisesti harjoittelu on intervallityyppistä, jossa työskentelyjaksot ja lepojaksot pituudet lähestyvät toisiaan.

Nopeuskestävyys: Nopeuskestävyysharjoittelulla pyritään sopeutumaan työskentelyyn korkeassa happamuustilassa ja sillä usein viimeistellään kilpailukunto. Nopeuskestävyys voidaan jakaa maitohapottomaan ja maitohapolliseen osioon. Edellisellä pyritään mukauttamaan väsynyt elimistö suureen suoritusnopeuteen ja suurin ero nopeusharjoitteluun on lyhyt palautusaika vetojen välillä. Jälkimmäisellä, maitohapollisella nopeuskestävyydellä, pyritään mukauttamaan elimistö suureen suoritusnopeuteen silloin kun laktaatit ovat jo selvästi nousseet.

Lopuksi huomautus pyöräilijän käytössä olevasta tehoreservistä. Kuvassa 16 nähdään erään hyvän miespyöräilijän tehot eri kynnyksillä sekä hänen viiden sekunnin ja puolen minuutin maksimitehonsa.



KUVA 16: Erään miespyöräilijän kynnystehot sekä 30 s ja 5 s maksimitehot.

Useimmiten kestävyysharjoittelussa keskitytään kynnysten ympärillä oleviin tehoalueisiin, kuvan 16 tapauksessa 150 – 300 W tehoihin. Kuitenkin, harjoittelun vuosisuunnitelmassa on otettava huomioon, että 300 W on tässä tapauksessa alle $\frac{1}{3}$ pyöräilijän käytössä olevasta tehoreservistä (vrt. myös aliluku 5.4), ja myös VO_{2max} tehoja korkeimpia tehoja voisi olla järkevää hyödyntää harjoittelussa suunnitellusti.

Vuosisuunnitelma

Harjoitettavia ominaisuuksina voidaan pitää pk1–2, vk1–2, mk, nk, tekniikka, nopeus, voima ja liikkuvuus. Yleensä jokaiselle harjoituskaudelle valitaan korkeintaan kaksi kehittäväää ominaisuutta, joiden lisäksi *kaikkia muita* olisi syytä ylläpitää tekemällä vähintään joka kymmenes päivä kyseistä ominaisuutta jossain muodossa (vrt. Rønnestad ym. 2016; Maldonado-Martín ym. 2016).

Vuosisuunnitelma on karkea jako paljonko ja minkälaisella painotuksella urheilija harjoittelee. Eri kausien pääpainot voidaan ajatella taulukon 7 mukaisesti (Ahlroos 2005, Luku IX).

Usein on puhetta eri lajien kohdalla erikoistumisen ajoituksesta. Kuten aikaisemmin taloudellisuusluvussa (aliluku 3.3) mainittiin, on pyöräily teknisesti suhteellisen helppo oppia, jolloin periaatteessa riittävä kestävyyspohja takaisi mahdollisuuden erikoistua hyvinkin

TAULUKKO 7: Harjoitusvuoden jaksot ja normaalit pääpainot. PK = Peruskuntokausi, KvK = kilpailuun valmistava kausi, KK = kilpailukausi, YK = Ylimenokausi.

Kausi	Kalenteriviikot	Harjoituksen pääpaino
PK I		Voima, tekniikka & pk1-2
PK II		Voima, tekniikka & pk2
KvK I		vk1-2
KvK II		vk2
KK		vk2-mk
YK		Ylläpito

myöhään, vaikka yli 20 vuotiaana. Kirjassa Bomba & Haff (2009), sivu 37, on esitetty, että pyöräilyssä aloitusikä olisi 12 – 15, erikoistuminen tapahtuisi 16 – 18 iässä ja huippuvaihe ajoittuisi ikähaarukkaan 22- 28. Toisaalta on syytä huomioida, että esimerkiksi suurissa ympäriajoissa lasketaan erikseen nuorten sarjaa, jossa katsotaan kaikkien alle 25 vuotiaiden menestystä. Niinpä alle 25 vuotiasta pidetään usein vielä hieman kypsymättömänä etenkin pitkiin etappikilpailuihin.

8.2 Ravitseminen

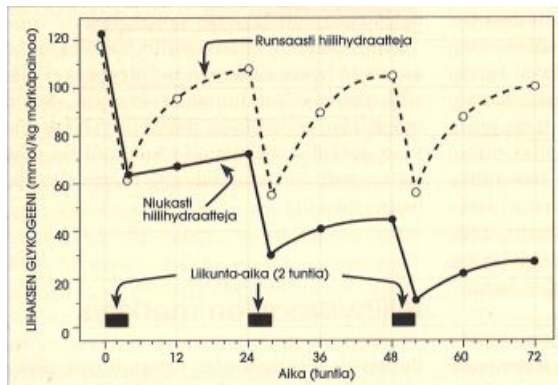
Maantiepyöräilijän ravitseminen ei eroa juuri lainkaan yleisistä kestävyysurheilijoiden vastavasta. Ainoana erottavana seikkana lienee suorituksen aikainen ravinnon nauttiminen: Koska pyöräilyssä ei tapahdu hyppyjä tai tärinöitä voi kesken suorituksen syödä enemmän myös kiinteitä ruokia, toisin kuin juoksussa. Kestävyysurheilijat kuluttavat paljon energiaa; 55 kg painava naispyöräilijä kuluttaa yhdessä 2 tunnin pk2-alueen lenkillä (syke ~ 145) noin 1000 kcal, kun normaalin päivän perusenergiankulutus ilman lenkkiä olisi ~ 2000 kcal⁷ Niinpä energiansaannin riittävä turvaaminen on yksi ravitsemuksen pääseikoista. Tämä aliluku perustuu seminaarityöhön Matomäki & Pirkola (2016).

Kestävyysurheilun hiilihydraatit

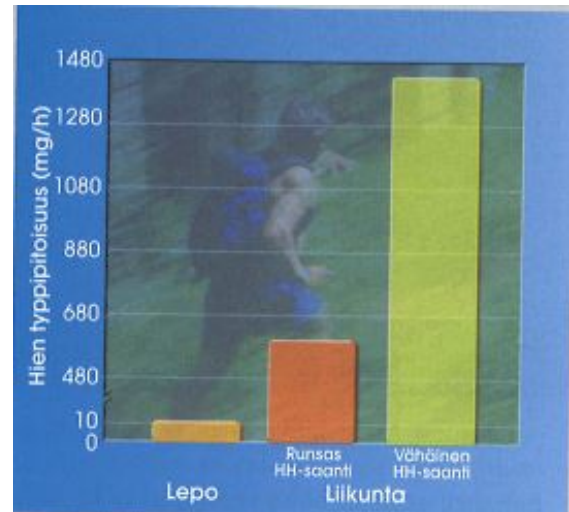
Lihasten glykogeenivarastot ovat merkittävä energianlähde sekä kovatehoisissa lyhyissä että pitkissä kohtuutehoisissa suorituksissa (Ilander 2008, 63). Kehon hiilihydraattivarastot ovat pienet, ja yksikin riittävän pitkä tai kovatehoinen harjoitus voi tyhjentää varastot kokonaan. Tyhjentyneiden glykogeenivarastojen täydentäminen kestää ainakin vuorokauden verran. Niinpä kestävyysurheilijoilla on suuri tarve glykogeenivarastoja täydentäville hiili-

⁷Lepoenergiankulutukseksi voidaan arvioida 1400 kcal (esimerksi Cunningham 1980) ja toimeliaisuusluvun 1.4 (Ilander 2008) kanssa kerrottuna saadaan perusenergiankulutukseksi 1960 kcal.

hydraateille. Päivittäinen kehittävä harjoittelu on mahdollista vain siinä tapauksessa, että glykogeenivarastot täydennetään ennen seuraavaa harjoitusta, mikä onnistuu runsashiilihydraattisen ruokavalion avulla (Burke ym. 2011). Vajailla varastoilla harjoittelu heikentää sekä anaerobista että aerobista suorituskyykyä (ks. kuva 17(a)), lisää harjoittelun stressivaiikutusta ja heikentää immuunipuolustusta. Lisäksi riittävä hiilihydraatin saanti on oleellista myös lihasproteiinin säilymisen kannalta (ks. kuva 17(b)).



(a) Hiilihydraatin nauttimisen vaikutus glykogeenivarastoon (Ilander 2008, 410)



(b) Hiilihydraatin määrän vaikutus proteiinitasapainoon (Ilander 2008, 411).

KUVA 17: Hiilihydraatin merkitys kestävyysurheilussa. (a) Liian vähäinen hiilihydraatin määrä hidastaa palautumista seuraavaan harjoitukseen. (b) Vähäinen hiilihydraatinsaanti aiheuttaa proteiinien ylimääräistä kulutusta energiaksi, mikä näkyy hien typpipitoisuuden kasvuna

Peruskuntokaudella, jolloin harjoittelumäärät ovat suuria ja tehot pääosin pieniä ja pääpaino on aerobisen kestävyuden kehittämisessä, energiansaannin tulisi harjoittelun tukemiseksi olla korkeimmillaan (Stellingwerff ym. 2011). Hiilihydraattien täsmälliset saantisuositukset vaihtelevat jonkin verran. Burke ym. (2011) mukaan noin tunnin päivässä harjoittelevien tulisi saada hiilihydraatteja vuorokaudessa 5-7 g painokiloa kohti, kun taas Ilander (2008) suosittelee päivittäin harjoitteleville hiilihydraattia 7-8 g/kg vuorokaudessa. Kun harjoittelumäärä on kovempi, yhdestä kolmeen tuntia päivässä, myös hiilihydraattien tarve kasvaa ollen noin 6-10 g/kg/vrk (Burke ym. 2011). Tiivistetysti hiilihydraattien saantisuositukset kestävyysurheilijoille asettuvat näin ollen välille 5-12 g/kg/vrk.

Kestävyysurheilun proteiinit ja rasvat

Proteiini toimii elimistön rakennusaineena, josta tehdään lihaksia, kuljetusaineita, hormoneja, entsyymejä, hemoglobiinia, jne. Pitkäkestoisten tai kovatehoisten harjoitusten aiheuttama soluvaurioiden korjaaminen nostaa kestävyyspainotteisten lajien urheilijoilla proteiinin

tarvetta (Ilander 2008, 417). Proteiinin osuus energiantuotannossa on usein pieni (1–6%, Heikura 2012, 66), mutta harjoituksen tehon noustessa myös proteiinin käyttö energiaksi lisääntyy (Ilander 2008, 417). Kestävyysurheilijoilla myös esimerkiksi uuden hemoglobiinin rakentaminen vaatii ylimääräistä proteiinia (Ilander 2008, 417). Runsaasti kovatehoista urheilua harrastavien proteiinitarve onkin suurentunut. Suositukset kestävyyslajien harrastajien päivittäiselle proteiinitarpeelle vaihtelee hieman tutkimuksittain: Esimerkiksi Ilander (2008) suosittelee 1,6–2,0 g/kg/vrk, kun taas Stellingwerff ym. (2011) suosittelevat 1,5–1,7 g/kg/vrk.

Riittävän rasvan saannin on näytetty parantavan tiettyjen anabolisten hormonien, kuten kasvuhormonin ja testosteronin, erittymistä. Lisäksi rasva on olennainen rasvaliukoisten vitamiinien (A, D, E, K) imeytymisessä. Siitä huolimatta useat kestävyysurheilijat välttelevät rasvan käyttöä peläten sen antavan ylenmäärin rasvakudosta (vrt. Heikura 2012, 65). Suositukset kestävyysurheilijan rasvansaannista vaihtelee, mutta ovat samansuuntaisia kuin tavallisille kansalaisille suunnatut suositukset. Stellingwerff ym. (2011) suosittelevat kestävyysurheilijoille 1,5–2 g/kg/vrk, ja Ilander (2008) 1–2g/kg/vrk. Näitä pienempi rasvansaanti saattaa heikentää suoritusta yllämainituista syistä.

Kestävyysurheilun ravitsemussuositukset

Kestävyysurheilijan ravitsemuksen päähaasteet ovat riittävän ja tarpeisiin vastaavan energiansaannin sekä riittävän hiilihydraatin saannin varmistaminen (Maughan & Gleeson 2010, 166). Riittävä energiansaanti on välttämätöntä, jotta urheilija jaksaa harjoitella tehokkaasti. Niukka energian- ja erityisesti hiilihydraatinsaanti aiheuttaa väsymystä, tehotonta harjoittelua, suorituskyvyn laskua ja pitkään jatkuessa myös vastustuskyvyn laskua ja jopa ylikuntoilan (Ilander 2008, 408).

Urheilijan ravitsemuksessa voidaan soveltaa samoja yleisiä ravitsemussuosituksia kuin valtaväestölle. Valtion ravitsemusneuvottelukunnan vuoden 2014 ravitsemussuosituksen mukaan päivittäisestä energiasta 45–60% tulisi tulla hiilihydraateista. Lisätyn sokerin osuuden pitäisi olla alle 10 E%. Ravintokuitua tulisi saada 25–35 grammaa päivässä. Proteiinin määräksi suositellaan 10–20 energiaprosenttia. Rasvan saantisuositus on 25–40 E%, josta tyydyttyneen rasvan osuus alle 10 E% (ravitsemusneuvottelukunta 2014). Tosin on otettava huomioon tiettyjen ravintoaineiden ylimääräinen kulutus urheilemisen seurauksena. Esimerkiksi urheilusta seuraava oksidatiivinen stressi saattaa kuluttaa kehon antioksidantteja enemmän kuin valtaväestöllä, jolloin esimerkiksi C- ja E-vitamiinien saantisuositukset urheilijoille on yleistä ravitsemussuosituksia suurempi (Ilander 2008, luvut 7–8).

Ravitsemussuosituksen mukainen ruokapyramidi on hyvä lähtökohta terveellisen ruokavalion koostamiseen. Ruokapyramidin mukaan ruokavalion tulisi koostua suurimmaksi osaksi kas-

viksista, marjoista ja hedelmistä, jotka luovat kaikelle pohjan. Suuri osa ruokavaliosta tulisi olla myös leipää, puuroa ja muita täysjyväviljatuotteita. Maitotuotteiden suositus on sen sijaan pienempi. Liha- ja kalatuotteet muodostavat ruokapyramidin kapenevan huipun. Kalaa olisi hyvä saada vähintään kahdesti viikossa (Fogelholm 16.2. & 17.2.2016).

Hyvään ravitsemukseen kuuluu olennaisesti myös aterioiden järkevä ajoittaminen. Urheilijoiden tulisi syödä päivittäin 5-7 ateriaa. Hyvä ateriointiväli on 2-3h tuntia (Ilander 2008, 22), jotta sopiva harjoitteluvireys ja palautuminen olisivat optimaalisia. Näin myös ylläpidetään verensokerin tasaista määrää ja pidetään yllä tasaista proteiinien saantia, millä saattaa olla positiivinen vaikutus tyypitasapainoon ja siten lihasten kasvuun (vrt. Ilander 2008, 89).

Normaalin terveyden ja toimintakyvyn lisäksi urheilijan ravitsemuksen tulisi olla sellainen, että se tukisi harjoittelua sekä palautumista. Kestävyysurheilijoilla tämä tarkoittaa erityisesti harjoittelun jälkeisen palautumisen mahdollisimman nopeaa aloittamista, yleensä palautusjuoman avulla. Harjoituksesta palautuminen tapahtuu tehokkaimmin, jos välittömästi harjoituksen jälkeen nautitaan hiilihydraatti ja proteiinia. Suhde 3:1 hiilihydraattien hyväksi on käytännössä koettu hyväksi. Erityisen tärkeää välittömän palautuksen aloittaminen on, jos harjoitusten välillä on vähemmän kuin kahdeksan tuntia (Burke ym. 2011). Rasvaa tulisi välttää välittömässä palautusvaiheessa sen imeytymistä hidastavan vaikutuksen takia (Ilander 2008, luku 19 ja Fogelholm 16.2. & 17.2.2016). Lisäksi, yleisistä ravitsemussuosituksista poiketen, palautusjuoman hiilihydraatti saa — ja tulisikin — olla nopeasti imeytyvää sokeria, käytännössä mono- tai disakkaridia (Ilander 2008, Luku 19). Kaikkiaan, esimerkiksi rasvattomaan maitoon (hiilihydraattia 4.9 g/dl, proteiinia 3.5 g/dl) perustuva, vaikka sokerilla terästetty, palautusjuoma soveltuu hyvin palautusjuomaksi paremman puutteessa.

Yleinen ongelma naiskestävyysjuoksijoilla on liian pienen rasvaprosentin ja painon tavoittelu jopa suorituskvyn kustannuksella (Burke ym. 2007). Tähän on syynä se, että joidenkin naiskestävyysurheilijoiden kuvitteleva optimaalinen kehon koostumus eroaa huomattavasti normaalista naisen kehon koostumuksesta. Laihduttamisesta seuraa helposti negatiivisia vaikutuksia, kuten palautumisen hidastuminen, väsyneessä tilassa harjoittelu, kivennäisaineiden vähäinen saanti, syömishäiriöitä, liian vähäinen energiansaanti, luiden haurastuminen ja kuukautishäiriö. Kolme viimeksi mainittua muodostavat ns. naisurheilijan oireyhtymän, jota käsitellään laajasti artikkelissa Manore ym. (2007).

Harjoituksen ympärillä olevat ravinnonsaannit

Suoritukseen välittömästi liittyvät ravinnonsaanti vaikuttaa olennaisesti suorituksen optimaalisuuteen sekä siitä optimaalisesti palautumiseen. Kevyet harjoitukset eivät sinänsä vaadi suurta panostusta ravinnon puolelta, vaan urheilijan perushyvä ruokavalio pitää huolen, että riittävästi sopivia aineita on kehossa saatavilla. Toisaalta korkeaintensiteettinen har-

joituksen, pitkän kevyemmän harjoituksen ja kilpailun ravitsemukseen olisi hyvä kiinnittää huomiota. Tutkimukissa on päädytty seuraaviin yleisiin ohjenuoriin (esimerkiksi Ilander 2008, Luku 19; Potgieter 2013; Carlsohn 2016).

Ennen suoritusta. Tärkeintä on, että edellisen harjoituksen jälkeen glykogeenivarastot on täytetty ja nestetasapaino palautettu. Välittömästi ennen kohtuutehoista ja -pituista suoritusta hiilihydraattipitoisen juoman nauttiminen voi antaa lisähyötyä: verensokeri pysyy korkealla ja aineenvaihdunta säätyy enemmän hiilihydraatteja kuluttavaksi, jolloin teho pysyy pidempään korkealla ja uupumus lykkääntyy. Lisäksi urheilijan on kokeiltava sopiiko hänelle tällaisen ns. primerin käyttö, vai aiheuttaako se vatsaväänteitä. Jos harjoituksen tarkoitus on parantaa rasva-aineenvaihduntaa, ei primeria kannata käyttää. Ennen kovaa voimaharjoitusta tai esimerkiksi vetoharjoitusta suositellaan pientä määrää proteiinia (10-15 g) noin 30-40 gramman hiilihydraattiannoksen kanssa. Tällöin aminohappojen kulkeutuminen lihaksiin paranee ja lihasproteiinin purkamisen vähenee.

Suorituksen aikana. Kohtuutehoisissa pitkissä suorituksissa sekä intervallityyppisissä yli 1–2 tuntia kestävässä suorituksissa hiilihydraatin nauttiminen säästää glykogeenivarastoja, lykkää uupumusta ja parantaa tehoa suorituksen lopussa. Myös alle tunnin kestävässä kova-tehoisissa suorituksissa hiilihydraatin nauttiminen voi olla hyödyllistä, vaikkei glykogeenin riittävyys olekaan avainasemassa. Yleisohje suorituksen aikaiseen hiilihydraatin saantimääräksi on 0.5-1.0 g/kg/h. Hiilihydraatin lähde voi olla niin juoman, energiageelin kuin normaalin ruoankin muodossa; urheilujuomien käytön kätevyys tekee niistä kuitenkin suositeltavan vaihtoehdon. Korkean glykemiaindeksin hiilihydraatit (yksinkertaiset sokerit, valkoiset leivät, yms.) ovat imeytymisen takia tässä tapauksessa parhaita. Veren insuliinipitoisuus ei kesken suorituksen nouse sokerin vaikutuksesta, sillä kohtuutehoinen liikunta vaimentaa insuliinin eritystä. Mikäli harjoituksen tavoite on vaikuttaa rasva-aineenvaihduntaan, hiilihydraattia ei kannata nauttia suorituksen aikana. Erityisesti lämpimällä harjoiteltaessa myös nesteytyksestä huolehtiminen on tärkeää; yleisohjeena on nauttia nestettä 0.4-0.8 l/h.

Suorituksen jälkeen. Lihasglykogeenivarastojen täyttämiseksi suositellaan nautittavaksi 1–1.2 g/kg hiilihydraatteja ja 0.3 g/kg proteiinia välittömästi harjoituksen jälkeen, sillä glykogeenin muodostuminen on 30-60 minuuttia rasittavan harjoituksen jälkeen tehokkainta. Korkean glykemiaindeksin hiilihydraatit (yksinkertaiset sokerit, valkoiset leivät, yms.) ovat veren insuliinipitoisuuden nousun ja siten glukoosin soluihin kulkeutumisen kannalta parhaita ja suositeltavimpia silloin, kun glykogeenin muodostus halutaan maksimoida. Proteiini palautusateriassa tehostaa myös glykogeenin muodostumista ja lisäksi mm. ylläpitää vastustuskykyä. Varsinainen ateria harjoituksen jälkeen tulisi syödä viimeistään tunti harjoituksen jälkeen. Mikäli harjoituksia on päivässä kaksi, nestetasapainon palauttamiseksi tulisi noudattaa erillistä juomisohjelmaa; kerran päivässä olevan harjoituksen aiheuttama nestevaje korjataan yleensä normaalilla ruoka- ja juomarytmillä. Nestetasapainon korjaaminen natriumpitoisella juomalla on normaalia vettä tehokkaampi vaihtoehto, sillä suola helpottaa

nesteen imeytymistä. Suositeltava määrä on lisätä suolaa 1 – 3 g/l nestettä.

Huomautuksena mainittakoon, ettei jokaista harjoitusta tarvitsekaan välttämättä seurata mahdollisimman nopea palautus, sillä se saattaa osaltaan häiritä harjoituksen adaptaatiovaikutusta. Esimerkiksi Maughan & Gleeson (2010) mukaan kestävyysurheilua seuraava glykogeenivarastojen vähyys on eräs PGC1- α -signalointireitin avaava stimulus, mikä johtaa harjoituksen adaptaatioon. Jos tämä stimulus poistetaan aina harjoituksen jälkeen syömällä, voi olla riski, ettei parhaaseen mahdolliseen harjoitusadaptaatioon yllä.

8.3 Uni

Kolme komponenttia parantuneeseen urheilusuoritukseen on rasituksen, ravinnon ja levon oikeanlainen yhdistäminen. Levon merkitystä herkästi vähätellään (vrt. Bird 2013), vaikka käytännössä oikeanlainen progressiivisen kehityksen takaava superkompensaatioketjutus (vrt. kuva 14) on mahdollista ainoastaan riittävän levon ansiosta.

Hormonaaliset vasteet

Kehon anabolista (rakentava aineenvaihdunta) tilaa voidaan yrittää selvittää seuraamalla hormonien tilaa kehossa. Erityisesti anaboliaa edistävät kasvuhormoni, testosteroni, ja insuliinintapainen kasvutekijä (IGF-1). Vastaavasti katabolia (hajottava aineenvaihdunta) kehon hormoneita ovat mm. kortisoli, glukagoni ja adrenaliini. Tutkimuksien mukaan kestävyysharjoista seuraavana yönä kehon anabolisesta tilasta kertova testosteroni/kortisoli -suhde on kohonnut normaalista, erityisesti alkuyöstä tämä suhde on suuri (Hackney 2016). Myös toista anaboliaa helpottavaa hormonia, kasvuhormonia, erittyy erityisesti öiseen aikaan, ja sitäkin erityisesti alkuyöstä. Edelleen, jos alkuyön uni jää pois, yöllistä kasvuhormonin eritystä ei välttämättä tapahdu lainkaan (vrt. Cumiskey ym. 2013). Näin ollen huomataan, että riittävät yöunet — ja etenkin riittävän ajoissa nukkumaan meneminen — ovat olennainen osa palautumista.

Nukkuminen

On näyttöä, että fyysinen aktiivisuus lisää unentarvetta. On teorisoitu, että sekä fyysisen kuormituksen jälkeen keho pyrkii säästämään jäljellä olevia energiavarastoja ja lisäksi keho pyrkii palauttamaan kuormitusta edeltävän homeostaasin ja nämä molemmat seikat lisäävät unen tarvetta. Myös harjoituksen ajoituksella on vaikutusta uneen, ja onkin viitteitä, että myöhään illalla tehty harjoitus vaikeuttaa unen saantia yöllä. Toisaalta huomautuksena

voisi mainita, että tätä seikkaa voi käyttää hyödyksi matkustuksen aikaeroon totuttautumisessa. (Driver & Taylor 2000).

Yleisesti eliittuurheilijat saavat riittävästi unta, mutta unen laatu on heikompaa kuin verrokkien (Cummiskey ym. 2013). Esimerkiksi 79 % saksalaisista eliittuurheilijoista ilmoitti nukahtamisvaikeuksista ennen tärkeää kilpailua tai peliä ja 32 % ilmoitti säännöllisistä yöllisistä heräämisistä (Erlacher ym. 2011). On näyttöä, että unen puute saattaa heikentää niin kardiovaskulaarista kuntoa, sprinttikykä kuin kognitiivisia kykyjä kuten keskittymistä, tarkkaavaisuutta ja muistia (vrt. Leger ym. 2005; Cummiskey ym. 2013). Lisäksi unenpuute saattaa altistaa ylikunnolle (Cummiskey ym. 2013). On kuitenkin syytä huomauttaa, että eri ihmisten vasteet akuuttiin unenpuutteeseen vaihtelevat hyvin paljon (vrt. Leger ym. 2005). Lyhyet päiväunet voivat myös auttaa palautumisessa, etenkin jos urheilijalla on univajetta (vrt. Bird 2013). Esimerkiksi 20 metrin sprinttiaika ja tarkkaavaisuus parani samalla kun väsymys väheni 30 minuutin päiväunilla lyhyiden yönien jälkeen (Waterhouse ym. 2007).

Nukkumiseen liittyen suositukset ovatkin, ensinnäkin että yöunet olisivat ainakin 7 – 9 tuntia, mutta huomioitavaa on, että yksilökohtainen vaihtelu on suurta (vrt. Bird 2013). Joidenkin arvelujen mukaan 4 – 6 tuntia päivässä urheilevien — kuten pyöräilijöiden — tulisi saada 10 – 12 tuntia unta vuorokaudessa (Scott 2002). Toisekseen, nukkumaanvalmistautumisrutiinien tulisi olla säännöllisiä ja ”oikeanlaisia” (vrt. Leger ym. 2005; Bird 2013).

Niinpä jokaisen urheilijan tulisi nukkua ”tarpeeksi”, missä tarpeeksi on hyvin yksilökohtaista, ja tarpeen tullen täydentää yöunia päiväunilla. Lisäksi näyttäisi että alkuyön uni voisi olla palautumisen kannalta tärkeintä, jolloin nukkumaanmenon tulisi tapahtua päivittäin samoihin aikoihin palautumisen maksimoimiseksi.

8.4 Urheilijan esittely

Esimerkkiurheilija on 23 vuotias naispyöräilijä. Hän opiskelee yliopistolla ja käy samalla osa-aikatöissä rahoittaakseen elämisen. Hän elää urheilun ehdoilla, vaikkei opiskelujen ja töiden takia pääpainoisesti pystykään panostamaan urheiluun. Esimerkkiurheilijan lähtötiedot löytyvät taulukosta 8. Hänen vahvuutensa on aika-ajo-ominaisuus ja suurimpana heikkoutena pyöräilyn vauhdista johtuva pelko mm. jyrkissä mutkissa ja alamäissä.

Talviharjoittelu urheilijalla on pyöräilyä ja lumien tultua hiihtoa. Kovat harjoitukset joudutaan talvella tekemään pääsääntöisesti sisällä magneettivastuksisella trainerillä tai kuntosalin kuntopyörällä, mutta myös hiihtäen. Opiskelijana hänellä ei ole ollut varaa hankkia tehomittaria, joten hän käyttää harjoittelun tukena sykemittaria. Edelleen, vähävaraisena ja tunnollisena opiskelijana hänelle ei ole varaa tai vapautta käydä talven aikana ulkomaila peruskuntoleirillä. Toisaalta, ulkomaan leirit potentiaalisesti yksin tehtynä aiheuttaisivat

TAULUKKO 8: Esimerkkiurheilijan antropometria-, fysiologisia ja suoritustietoja.

Ikä	23 vuotta
Paino	55 kg
Pituus	160 cm
Rasvaprocentti	~ 20 %
VO_{2max}	56 ml/kg/min
5 s W_{max}	585 W (10.7 W/kg)
W_{max}	260 W (2 min portaat)
AerK	120 W (58 % VO_{2max}), $HR_{AerK} = 150$
AnK	180 W (82 % VO_{2max}), $HR_{AnK} = 172$
10 km aika-ajo	15:45

hänelle ehkä ylimääräistä stressiä, joten senkin puolesta hän mielellään harjoittelee Suomessa.

Urheilija on ollut aktiivinen liikkuja lapsuudestaan saakka ja harrasti kestävyysratajuoksuja nuorena, kunnes muutto yliopistopaikkakunnalle ja polven rasitusvammat katkaisi juoksu-harrastuksen. Uudessa ympäristössä hän alkoi käydä omatoimisesti pyörälenkeillä aluksi tutustuakseen seutuun, mutta aloitti kolme vuotta sitten systemaattisemman pyöräilyharjoittelun. Polvikipu ei ole häirinnyt hänen pyöräilyään.

Urheilijan tavoitteena seuraavalle kaudelle on parantaa 10 km aika-ajon ennätystä aikaan 15:30, menestyä SM-kilpailuissa kesäkuun lopulla ja parantaa 5 s maksimitehoja arvoon 620 W. Loppukesästä hän haluaisi myös osallistua 300 km brevettiin. (300 km ajaminen annettuun aikarajaan.) Urheilijan päätavoite on kesäkuun SM-kilpailut, joten harjoitusvuosi rakennetaan yksihuippuiseksi.

Vaikka tässä luvussa käydään läpi kansallisella tasolla polkevan urheilijan harjoittelua, toimii samat lainalaisuudet myös korkeammalla tasolla. Käytännössä kansainvälisellä tasolla polkevat eroavat kansallisen tason ajajista vauhtiensa ja myös vauhtikestävyytensä puolesta, jolloin käytännössä kaikki lenkkivauhdit peruskestävyysslenkeistä intervalliharjoitteluihin tapahtuu suuremmalla teholla ja etenkin peruskestävyys- ja vauhtikestävyys-harjoitukset voivat olla huomattavasti pidempiä (vrt. Friel 2009).

8.5 Vuosisuunnitelma

Kokonaisuudessaan vuositasolla urheilijalle suunnitellaan 500 – 600 tuntia aerobista harjoittelua.

Peruskuntokausi I + II, 12 + 8 viikkoa PKI jaksolla painotetaan aerobista peruskuntoa. Lenkeillä on hyvä pitää sykevyötä, jotta vältetään liian kevyt harjoittelu, mutta toisaalta jottei vauhti nouse liian suureksi. Pk-sykealueen lenkeistä vähintään puolet olisi hyvä tehdä pk2 -alueella. Tuntimääräisesti yksittäinen pk-lenkki tulisi olla 1,5 tunnista aina 5 tuntiin saakka. Erityisenä huomiona talviajona pyörällä suositetaan, koska se käy samalla tekniikkaharjoituksena, etenkin huonommin hoidetuilla pikkuteillä. Pyöräilyn rinnalla suositetaan hiihtoharjoittelua sen monipuolisesti koko kehoa kehittävänä liikkumismuotona.

Tämän lisäksi, urheilija aloittaa voimajakson: Voiman tutustumisjakso aloitetaan neljän viikon jälkeen, ja silloin tehdään kahdesti viikossa 4 viikon ajan 3 sarjaa, 8-12 toistoa, 60 – 70 % 1RM progressiivisesti pyöräilyssä olennaisia liikkeitä: yhden jalan kyykky, pohjelihakset ja maastaveto. Liikkeissä pyritään painottamaan konsentrisen vaiheen nopeaa suorittamista (vrt. Rønnestad ym. 2011). Erilaisena stimuluksena myös hyppyjä ja loikkia voi ottaa mukaan voimaharjoitteluun, mutta esimerkkiurheilija välttää niitä aikaisemman polvivamman takia. Tutustumisjakson jälkeen tehdään maksimivoimaa kahdesti viikossa 12 viikkoa: 3 sarjaa 4 – 6 toistoa 80 – 90 % 1RM painoilla. Edelleen painotetaan konsentrisen liikkeen nopeutta.

Koko jakson ajan vauhtikestävyyttä (vk1-2) ja nopeutta ylläpidetään kerran viikossa tehävällä harjoittelulla. Esimerkiksi vk2 harjoitus: 4 × 6 min, 3 min palautuksella ja nopeus hyvin levänneenä pk-lenkin yhteydessä 5 × 6 s maksimikiihdytyksenä pitkällä palautusjaksoilla.

Harjoittelussa käytetään 3:1 suhdetta (Bomba & Haff 2009), eli progressiivisesti nostetaan viikon harjoitusmäärää kolmena viikkona ja neljäntenä lyhennetään kaikkien harjoitusten pituutta noin 50 %.

PKII -jaksolle mennessä harjoittelun perusrakenne pidetään samana, mutta lenkit tehdään hieman kovemmalla intensiteetillä (ts. keskisyke lenkeillä 5 lyöntiä korkeampi). Jatketaan maksimivoimajaksoa.

Kilpailun valmistajakausi I + II, 8 + 4 viikkoa Harjoittelun painopiste vaihtuu vk1–2 alueen vauhtikestävyyyteen, joita tehdään 2 – 3 kertaa viikossa. Alussa yhdessä harjoituksessa 25 – 30 min vk2 vauhtista harjoittelua, mutta KvK-kauden lopulla jo 45 – 60 min. Vetoja vedetään kelien salliessa ulkona, esimerkiksi mäkipetoina tai vaihtelevassa maastossa. Harjoittelussa on edelleen mukana vahvana myös pk-lenkkejä. Harjoitussyklinä käytetään joko 2:1 tai 3:1 urheilijan jaksamista kuulostellen. Kevyenä viikkona harjoitusten intensiteetit pysyvät samoina, mutta kestot puolitetaan ja palautusaikjoa vedoissa voidaan pidentää.

Osa perinteisestä vauhtikestävyysharjoittelusta (2 × 15 min vk2, 4 min palautus) korvataan muokatulla vauhtikestävyyttä parantamalla harjoittelulla, jossa tehdään kovemmalla intensiteetillä lyhyitä vetoja lyhyehköillä palautuksilla (esim. 2 × (5 × 30 s) hieman AnK

-kynnyksen yläpuolella, palautusten ollessa 40 s vetojen ja 5 min sarjojen välillä), koska urheilija pitää tällaisista harjoituksista ja niiden on todettu sopivan hänelle. Erityisenä huomiona kelien salliessa maantiepyörällä harjoitellaan pelon voittamista ajamalla kovia harjoituksia toisinaan ryhmässä ja harjoitellaan kaarreajoa kasvavalla vauhdilla. Maksimivoima siirtyy ylläpidettäväksi ominaisuudeksi, ja sitä pyritään tekemään kerran viikossa. Tällöin progressiivisuudesta luovutaan ja sarjoja vähennetään yhdellä.

Kilpailukausi, 12 viikkoa Niin peruskunto- kuin vauhtikestävyyslenkkien määrää vähennetään ja harjoittelua polarisoidaan rajummin: harjoituksia tehdään joko palautellen pk1 sykkeillä tai AnK-kynnyksen tuntumassa ja yli. Muun muassa muokattua vauhtikestävyysharjoituksia tehdään säännöllisemmin sekä lisäksi puhtaammin maksimihapenottookykyä parantavia harjoituksia (4 x 3 min, mk-alueella 3 min palautuksella). Harjoitussyklinä käytetään pääsääntöisesti 2:1, mutta urheilijan kunnosta, muusta elämästä ja hyvistä kilpailuista riippuen myös 3:1 tai 1:1 voidaan käyttää. Kauden päätavoite on SM-kilpailuviikko, jolloin urheilija kilpailee aika-ajossa ja maantiekilpailussa. SM-kilpailujen lisäksi urheilija osallistuu kaikkiin lähialueensa sekä muutamiiin kauempana oleviin kilpailuihin joko harjoitusmielessä (ei muutoksia harjoittelussa kilpailun takia) tai sitten kevyesti herkistellen (ts. ottaen kilpailuviikon muuten kevyenä viikkona).

Ylimenokausi, 4 – 5 viikkoa Kilpailukauden analysointia tavoitteiden näkökulmasta, ja niin mielen kuin kehon lepoa seuraavalle kaudelle. Kaikki ominaisuudet ovat ylläpidettäviä ja suositetaan mielenvirkistämiseksi ottamaan uusia lajeja kuten esim. tanssia, parkouria ja kiipeilyä ohjelmaan.

Testaus

Testien tekeminen on olennainen osa harjoittelun seurantaa. Urheilijaa testataan aina jokaista harjoitusjaksoa ennen ja heti sen jälkeen, jotta voidaan monitoroida onko jakson harjoitustavoite täyttynyt. Pitkällä harjoitusjaksolla voidaan tehdä myös välitesti. Vähintään kerran vuodessa urheilija tekee maksimaalisen polkupyöräergometritestin, missä 2 minuutin välein poljettavaa tehoa nostetaan 25 W verran. Se tehdään joko testausasemalla, missä jokaisen kuorman jälkeen sormenpäältä otetaan laktaattinäyte, jolloin myös harjoitusalueet voidaan päivittää. Vaihtoehtoisesti halvempaan keinona maksimitesti on tehty ilman laktaattinäytteitä kuntosalin Wattbike -pyörällä samalla protokollalla kuin testausasemalla. Tällöin kynnyksen määrittäminen on epätarkempaa.⁸ Muita lajinomaisia testejä ovat 10 km aika-ajo, joka ajetaan tyypillisesti kilpakaudella vähintään kolmen viikon välein kelien salliessa. Hieman epävirallisempaan testinä on myös tehty 50 km testi vakiosykkeellä (sykkeellä

⁸Anaerobisen kynnyksen voi yrittää paikantaa Conconin testin avulla, jossa teho – syke -käyrän lineaarisuus taivuttaa. Lisäksi hengitysfrekvenssi kasvaa huomattavasti anaerobisella kynnyksellä, jolloin valmentaja voi yrittää kuulostella kynnyksen ilmaantumista hengitysfrekvenssistä.

143, kun $HR_{\text{AerK}} = 150$), jolla seurataan peruskestävyyden kehittymistä. 5 s maksimiteho mitataan muutaman kerran vuodessa kuntosalin Wattbike-pyörällä.

Voimamittauksissa urheilijalta mitataan voiman tutustumisjakson jälkeen ja jälleen maksimivoimajakson jälkeen maksimitulokset maastavedosta ja maksimaalinen takakyykky Smithin laitteella.

Huomioita vuosisuunnitelmaan

Vuoden päätavoitteeseen valmistautumista lukuunottamatta koko harjoitusvuoden urheilija tekee keskivartalon lihaskuntoa ylläpitävää harjoittelua vähintään 20 min viikossa jakaen ajan vähintään kahdelle kerralle. Mahdollisuuksien mukaan urheilija käy myös hieronnassa vetriyttämässä pyöräilylihaksiaan. Harjoitusten viikkosuunnittelu jätetään tässä tapauksessa urheilijan itsensä harteille, sillä hänen muuttuvat opiskelu- ja työajat eivät salli kovin tarkkoja suunnitelmia. Kuitenkin, tarkoituksena on pyrkiä tekemään suuri-intensiteettiset pääharjoitukset hyvin levänneinä.

Suomessa ei maantiepyöräkilpailuja ole kovin runsaasti tarjolla, joten mahdollisuuksien mukaan urheilija osallistuukin niin moneen kuin on järkevää kilpailumatkojen ja opiskelujen puitteissa käydä.

8.6 Harjoituskauden esimerkkiviikko ja -päivä

Alle on koottu esimerkkinä urheilijan esimerkkiviikko kilpailuun valmistavalta kaudelta kun lumet ovat juuri sulaneet. Suurin osa kehittävistä harjoitteluista keskittyy aamupäivään, sillä urheilija on aamuihminen ja on mieltynyt aamuharjoitukseen. Aamun kovat harjoitukset ovat myös hyviä kilpailujen kannalta, sillä kansalliset naisten yhteislähtökilpailut ajetaan usein aamupäivällä. Viikossa on kaksi kovaa vauhtikestävyysharjoitusta ja lisäksi viikkoon on saatu maksimivoiman ja maksiminopeuden ylläpitävät harjoitukset.

Viikko 13. Pyöräilyä 14 h & 1 voimaharjoitus & 2 keskivartaloharjoitusta

Ma	ap	Alkulämmittely 20' + vk2-vetoja vaihtelevassa maastossa 3×13' /pal. 3 - 4min + 3×1' mk-vetoa /pal. 2min + 2×6" /pal 2min + loppuverryttely 20 min
Ti	ap	TV 2,5 h (HR _{avg} =144).
	ip	keskivartalolihas kunto
Ke	ap	Maksimivoiman ylläpito
	ip	TV 1,5 h
To	ap	Alkulämmittely 20' + Pyramidi 3x2:00, 4x1:15, 5x1:00, 6x0:30 + loppuverryttely 30'
	ip	keskivartalolihas kunto
Pe	ap	TV 2,5 h
La		0:30 palauttava
Su		3:30 Vauhtileikkelyä oman tuntemuksen mukaan, sis. 4 x 6" maksimikiihdytykset

Seuraavaksi ylläolevalta viikolta torstain harjoituspäivä yksityiskohtaisesti lueteltuna.

Torstapäivä viikolta 13

6:03	Herätys + aamiainen (puuroa, marjoja, siemeniä, maitoa, banaani)
7:00	Koulutöitä kotona
8:00	Pieni hedelmävälipala + jogurtti
9:15	Pääharjoitus: Alkulämmittely + pyramidiharjoitus 3x2:00, 4x1:15, 5x1:00, 6x0:30 + loppuverryttely
11:45	Lounas yliopistolla (salaattia, leipää, perunaa, lihastikettä, maitoa)
12-14	Luento yliopistolla
14-16	Koulutöitä kirjastolla
15:45	Välipala (omena, leipä päällisineen, välipalakeksi, jogurtti)
16-18:30	Töitä
18:30-19:30	kevyt lenkki kiertotietä kotiin (45 min) ja keskivartalon lihaskuntoharjoitus (12 min)
19:30	Päivällinen kotona (makaronilaatikkoa, maitoa, salaattia)
20 -22	Rentoa oleskelua
21:30	Iltapala (mysliä, hedelmiä, leipä, pullan siivu ja Marie keksejä).
22	Nukkumaan

Ruokailujen suhteen urheilija pyrkii, ettei ateriaväli venyisi liian pitkäksi. Töiden ja ilta-

harrastusten takia päivällisen ajoitus saattaa vaihdella huomattavasti. Harjoitukset ovat yleensä sellaiseen aikaan, että niitä seuraa välittömästi lounas tai päivällinen, jolloin urheilija ei tunne tarvetta erillisille palautusjuomille. Lämpimiä aterioita urheilijalla on päivän aikana kolme: aamiainen, lounas ja päivällinen, ja välipalat sijoitetaan näiden väliin. Ruokailuilla pyritään panostamaan erityisesti hiilihydraatin riittävään saantiin. Jokaisella ruokailulla pyritään myös saamaan proteiinia. Talviaikaan urheilija käyttää D-vitamiinia, muiden kivennäis- ja hivenaineiden saantimäärät ovat tehdyn ruokapäiväkirjan mukaan olleet riittävällä tasolla perusruokavaliosta. Lisäravinteita urheilija käyttää lähinnä kilpailujen yhteydessä. Lenkkijuomana hänellä on pääsääntöisesti vettä, joka tarvittaessa hieman suolataan (1 – 2 g /l) suolatasapainon ja nesteen imeytymisen parantamiseksi. Pitkillä lenkeillä urheilijalla on mukana varmuuden vuoksi välipalakeksejä mukana ja toisinaan mehua urheilujuomana.

8.7 Kilpailukauden esimerkkiviikko ja -päivä

Kilpailukaudella peruskuntolenkkien pituuksia on lyhennetty ja kevennetty. Vastaavasti kovien harjoitusten kovuutta on pyritty saamaan kilpailunomaisiksi. Edelleen, harjoitusohjelma elää muun elämän mukana, ja esimerkiksi kilpailuihin osallistuminen voidaan päättää vasta muutama päivä ennen kilpailua. Kuitenkin, varsinainen pääkilpailu on tiedossa pitkään ja sitä välittömästi edeltävät päivät ovat enemmän kontrolloituja.

Alla on esimerkkiviikko kilpailukaudelta, SM-kilpailuviikko. Viikon alussa urheilija tekee lyhyitä lenkkejä, joissa kuitenkin on intensiteettiä mukana ja näin hän houkuttelee huippukuntoa esille (Bomba & Haff 2009). Viikon päätähtäin on pärjätä sunnuntain SM-kilpailussa.

Viikko 26. Pyöräilyä 8 h

Su	Alkulämmittelyt + 4 × 3' vk2 + loppujäähdyttely, yht. 1–1.5h
Ma	Alkulämmittelyt + 3 × 3' vk2 + mk-kiihdytyksiä + loppujäähdyttely, yht. 1–1.5h
Ti	Alkulämmittelyt + 2 × 3' vk2 + loppujäähdyttely, yht. 1–1.5h
Ke	Kevyt 1h lenkki
To	ap Alkulämmittelyt + 1 × 3' vk2 + loppujäähdyttely, yht. 45min
	ip Matkustus kilpailupaikkakunnalle
Pe	ap 30–40' verryttelylenkki, pk1–2
	ip SM-kilpailu: Aika-ajo
La	Alkulämmittelyt + 1 × 3' vk2 + loppujäähdyttely, yht 0.5 – 1.5 h.
Su	ap SM-kilpailu: yhteislähtö
	ip matkustus kotiin ja pieni iltaverryttely

Seuraavaksi ylläolevalta viikolta SM-maantiekilpailupäivä yksityiskohtaisesti lueteltuna. Edeltävänä päivänä on käyty jo ennakolta tutustumassa reittiin, joka koostuu 6 kertaa kierrettävästi 20 km lenkistä. Erityisesti viimeiset 3 km on tarkemmin analysoitu. Urheilija on saapunut jo muutama päivä aikaisemmin kilpailupaikalle ja osallistunut SM-aikajakilpailuun kaksi päivää aikaisemmin. Edellisenä iltana hän meni normaaliin aikaan nukkumaan (21:50).

Sunnuntaipäivä viikolta 26; SM-kilpailu

6:30	Herätys + hedelmä & lasi vettä
6:50–7:00	Hyvin kevyt aamujumppa hotellihuoneella
7:15	Hotelliaamiainen (puuroa, leipää, marjoja, siemeniä, maitoa, banaani)
8:30	Matkustus kilpailupaikalle ja kilpailunumeron hakeminen
9:00	Välipala (banaani, leipää ja mehua)
9-10	Rentoutumista ennen kilpailua; noppapeliä joukkueoverien kanssa ja taktiikan sopiminen
10-11	Verryttely (pyörän kanssa polkemista, avaavia vetoja)
10:56	Primerin nauttiminen (0,4l hiilihydraattitankkausjuoma)
11:00	Kilpailun lähtö (143 km). Kilpailun aikana hiilihydraattipitoista urheilujuomaa. Mukana myös hiilihydraattigeeliä.
14:30	Maalissa. Nopea palautusvälipala: jogurtti & välipalakeksi
14:45- 15:15	Loppuverryttely seuratoverien kanssa ja kilpailun analysointia
15:30	Palkintojen jako
15:45	Lounas lähialueen ravintolassa (salaattia, maitoa, perunamuusia ja lohifilettä), kilpailun läpikäyminen valmentajan kanssa.
17-19	Kotimatka.
19-19:30	Tavaroiden purkamista
19:45	Päivällinen (makaronia ja quornikastiketta, salaattia, maitoa)
20-21:30	Musiikin kuuntelua ja rentoutumista
21:30	Iltapala (mysliä, hedelmiä, pähkinöitä ja maitoa) ja nukkumaan

Kauden pääkilpailun päivänä olennaisinta on ennen kilpailulähtöä tapahtuva toiminta. Esi-merkkiurheilija on tottunut heräämään aamulla aikaisin, mikä on hyvä, koska näin hänen kehonsa on valmis aamupäivän kilpailuun. Lisäksi heti heräämisen jälkeen on hyvä hieman herätellä kehoa pienellä liikunnalla heräämisen nopeuttamiseksi. Aamiainen kannattaa olla samanlainen kuin muinakin aamuina. Urheilija stressaa helposti kilpailuja, jolloin rento noppapeli joukkuekavereiden kesken vie ylimääräistä stressiä.

Juuri ennen kilpailua urheilija nauttii primerin, joka on annos hiilihydraattipitoista urheilu-

juomaa, jonka tarkoitus on täyttää vatsa optimaalisesti, jotta nesteen imeytyminen vatsasta olisi optimaalista ja lisäksi nesteen hiilihydraatti säästää kehon omia hiilihydraattivarastoja, joita pitkän kilpailun aikana on syytä säästää mahdollisuuksien mukaan.

Kilpailun jälkeiset kolme vuorokautta

Pääkilpailu on luonnollisesti niin henkisesti kuin fyysisesti rasittava, joten palautuminen olisi hyvä saada käyntiin heti kilpailun jälkeen hiilihydraattia nauttimalla. Toisaalta, pääkilpailun jälkeen palautumisella ei ole välttämättä niin kiire, koska seuraavaan pääkilpailuun on vuosi aikaa. Niinpä sekä mielen että kehon kannalta olisi syytä ottaa kolme päivää lähes kokonaan vapaaksi pyöräilystä ja ottaa rennommin muistaen kuitenkin syödä riittävästi palautumisen edistämiseksi. Jokaisena kolmena päivänä voi tehdä pyörälenkkiä, mutta matalalla sykkeellä ($HR_{avg} \leq 120 - 130$, kun $HR_{AerK} = 150$) ja riittävän lyhyesti ($< 1-2h$), mutta myös tuntemusten mukaan.

9 LOPPUSANAT

Vaikka maantiepyöräily ei urheilulajina ole Suomessa lähellekään niin suosittua kuin esimerkiksi Keski-Euroopassa, nousee Suomesta silti tasaisin väliajoin lajin korkeimmalle tasolle yksittäisiä ajajia. Tuoreimpana menestyksenä Lotta Lepistö voitti 2016 maantiepyöräilyn pronssia yhteislähtökilpailussa. Siltikään lajin kärki ei ole kovin leveä kansallisessa mittakaavassa niin naisissa kuin miehissäkään. Eräs syy tähän on kulttuurillinen; Suomessa ei maantiepyöräily ole samalla tavalla urheilukulttuuriin juurtunutta kuin vaikka lajin suurissa maissa Italiassa, Ranskassa ja Belgiassa. Lisäksi Suomen talvi ei houkuta harrastamaan pyöräilyä urheiluna. Näiden lisäksi suomalaisen ammattitallin puute vaikuttanee negatiivisesti; menestyäkseen suomalaisen pyöräilijän tulisi käytännössä löytää kansainvälinen ammattilaistalli voidakseen keskittyä ammattimaisesti harjoitteluun, joka vaatii yleensä pyöräilyä vähintään 900 tuntia vuodessa (vrt. aliluku 5.1). Myöskään ammattimaisten valmentajien puuttuminen, valmentajien systemaattisen kouluttamisen puute ja nuorisotyön vajavaisuus (vrt. luku 7) eivät ole omiaan kohottamaan lajin tilaa Suomessa. Voisikin sanoa, että resursseihin nähden Suomen maantiepyöräilyllä menee yllättävän hyvin.

Epstein (2013) pohdiskelee kirjassaan muun muassa kuinka länsimaaisessa yhteiskunnassa urheilua ei nähdä aina niin houkuttelevana vaihtoehtona pärjätä elämässä; Loppujen lopuksi opiskelu, työpaikan löytäminen ja muu ”normaaliin” elämään kuuluva toiminta takaa länsimaissa huomattavasti helpommin ja varmemmin toimeentulon kuin epävarmaan urheiluun sitoutuminen, joka päinvastoin useimmissa tapauksissa täyspäiväisesti tehtynä haittaa edistymistä uralla. Euroopassa tämä ongelma ohitetaan miesten maantiepyöräilyn saralla ammattilaistalleilla, joissa nuoret ajajat saavat keskittyä täyspäiväisesti pyöräilyyn. Huomautettakoon, että naisilla vastaavanlaista järjestelmää ei ole, eikä naisten ammattilaistalla joukkueilla ole edes määrättyä minimipalkkaa ajajilleen kuten miehillä (Cyclingtips 2015).

Jos taas mietitään pyöräilyä kuntoilulajina, pyöräily voi Suomessa erinomaisesti, ja erään arvion mukaan Suomessa on noin 800 000 pyöräilyn harrastajaa, joista 50 000 – 100 000 harrastaa pyöräilyä ”vakavammin” (ns. lukkopoljinkriteetillä, SPU 2013). Vaikkakin Suomen Pyöräilyunionin alaisiin kilpailuihin osallistuvien kilpailijoiden määrä on hyvin maltillinen (esimerkiksi miesten Elite-luokassa tyypillisesti $\sim 60 - 100$ ja naisten luokassa $\sim 10 - 30$ lähtijää), on vuosittaiset kuntoaajoiksi luokitellut tapahtumat (mm. Tour de Helsinki, Giro d’Espoo, Turku Touring Pyöräily, Pirkan pyöräily) tulleet hyvin suosituiksi ja niissä osallistujamäärät saattavat nousta kolmannelle tuhannelle (vrt. de Helsinki 2015). Kuntoiluna pyöräily onkin hyväksi, sillä se rasittaa vain vähäisesti niveliä ja pyörällä voi taittaa matkoja tavaroitakin mukaan ottaen helpommin kuin esimerkiksi juosten. Niinpä esimerkiksi työmatkapyöräily on hyvä keino harrastaa hyötyliikuntaa.

Suuren kuntoilijamäärän takia, pyöräilyn parista löytyy Suomessakin monia, jotka harras-

tukseensa panostettavan ajan puitteissa haluaisivat kehittyä mahdollisimman hyväksi pyöräilyssä ja jotka haluaisivat oppia lajistaan enemmän. Valitettavasti tutkittuun tieteelliseen tietoon perustuvaa kattavampaa tarjontaa ei suomeksi ole juurikaan tarjolla, ja toivon mukaan tämä lajianaalyysi täyttää jonkin verran syntynyttä tyhjiötä. Tämän raportin tarkoituksena olikin valoittaa maantiepyöräilyn biomekaanista, fysiologista ja myös valmennuksellista puolta ja näyttää yleiskuva mitä pyöräilyssä varsinaisesti tapahtuu. Koska lajianaalyysin oli tarkoitus olla yleisluontoinen ja lajia monilta eri kulmilta valottava, ei yksittäistä osa-aluetta pystytty käsittelemään kovin laajasti. Niinpä jokaisesta osa-alueesta — kuten biomekaniikasta (Bini & Carpes 2014), fysiologiasta (esim. Lucía ym. 2001; Faria ym. 2005b; Joyner & Coyle 2008) ja erityisesti valmennuksesta (Ahlroos 2005; Friel 2009) — löytyy monia yksittäisiä kirjoja ja syvällisiä artikkeleja jotka käsittelevät huomattavasti syvällisemmin pyöräilyä omista näkökulmistaan.

LÄHTEET

- Abbiss, C. & Laursen, P. 2005 Models to explain fatigue during prolonged endurance cycling. *Sports Medicine*, 35, 865–898.
- doping Agency, U. S. A. 2012 Report on proceedings under the world anti-doping code and the usada protocol: United states anti-doping agency v. lance armstrong.
- Ahluoos, P. 2005 *Pyöräilyvalmennus*. Suomen Pöräilyunioni: Vammala.
- Ansley, L. & Cangley, P. 2009 Determinants of "optimal" cadence during cycling. *European Journal of Sport Science*, 9 (2), 61–85.
- Ashenden, M., Gough, C. E., Garnham, A., Gore, C. J. & Sharpe, K. 2011 Current markers of the athlete blood passport do not flag microdose epo doping. *European Journal of Applied Physiology*, 111, 2307–2314.
- Asmussen, E. & Bonde-Petersen, F. 1974 Apparent efficiency and storage of elastic energy .in human durig exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*, 92, 537–545.
- Balestra, C. & Germonpré, P. 2010 Epo and doping. *European Journal of Applied Physiology*, 109, 1001–1002.
- Banister, E. 1991 *Physiological Testing of Elite Athletes*, chap. Modeling elite athletic performance, 403–424. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Barrios, C., Bernardo, N., Vera, P., Laíz, C. & Hadala, M. 2014 Changes in sports injuries incidence over time in world-class road cyclists. *International Journal of Sports Medicine*, 36, 241–248.
- de Bernardo, N., Barrios, C., Vera, P., Laíz, C. & Hadala, M. 2012 Incidence and risk for traumatic and overuse injuries in top-level road cyclists. *Journal of Sports Science*, 30 (10), 1047–1053.
- Bertucci, W., Grappe, F., Girard, A. & andJean Denis Rouillon, A. B. 2005 Effects on the crank torque profile when changing pedalling cadence in level ground and uphill road cycling. *Journal of Biomechanics*, 38, 1003–1010.
- Bhurruth, M. 2008 A group analytic understanding of the tour de france: Why the fittest rider does not necessarily win. *Group Analysis*, 41 (3), 227–239.
- Bini, R. & Carpes, F. (eds.) 2014 *Biomechanics of Cycling*. Springer International Publishing Switzerland.
- Bini, R. & Diefenthaler, F. 2010 Kinetics and kinematics analysis of incremental cycling to exhaustion. *Sports Biomechanics*, 9 (4), 223–235.

- Bini, R., Hume, P., Croft, J. & Kilding, A. 2013 Pedal force effectiveness in cycling: A review of constraints and training effects. *Journal of Science and Cycling*, 2 (1), 11–24.
- Bird, S. 2013 Sleep, recovery, and athletic performance: A brief review and recommendations. *Strength and Conditioning Journal*, 35 (5), 43–47.
- Birkeland, K., Stray-Gundersen, J., Hemmersbach, P., Hallén, J., Haug, E. & Bahr, R. 2000 Effect of rhepo administration on serum levels of stfr and cycling performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32 (7), 1238–1243.
- Blake, O., Champoux, Y. & Wakeling, J. 2012 Muscle coordination patterns for efficient cycling. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44 (5), 926–938.
- Blocken, B., Defraeye, T., Koninckx, E., Carmeliet, J. & Hespel, P. 2013 Cfd simulations of the aerodynamic drag of two drafting cyclists. *Computers and Fluids*, 71, 435–445.
- Blocken, B., Toparlar, Y. & Andrienne, T. 2016 Aerodynamic benefit for a cyclist by a following motorcycle. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 155, 1–10.
- Böhm, H., Siebert, S. & Walsh, M. 2008 Effects of short-term training using smartcranks on cycle work distribution and power output during cycling. *European Journal of Applied Physiology*, 103, 225–232.
- Bomba, T. & Haff, G. 2009 *Periodization: Theory and Methodology of Training*. Human Kinetics, Illinois, 5. painos.
- Broker, J., Kyle, C. & Burke, E. 1999 Racing cyclist power requirements in the 4000-m individual and team pursuit. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31, 1677–1685.
- Burke, L. M., Hawley, J. A., Wong, S. H. S. & Jeukendrup, A. E. 2011 Carbohydrates for training and competition. *Journal of Sports Sciences*, 29, S17–S27, supplement 1.
- Burke, L. M., Millet, G. & Tarnopolsky, M. A. 2007 Nutrition for distance events. *Journal of Sports Sciences*, 25 (S1), S29–S38.
- Carlsohn, A. 2016 Recent nutritional guidelines for endurance athletes. *Deutsche Zeitschrift fur Sportmedizin*, 67.
- Carlström, K. 2016 Suullinen tiedonanto. Marraskuu.
- Castronovo, A., S.Conforto, Schmid, M., Bibbo, D. & D´Alessio, T. 2013 How to assess performance in cycling: The multivariate nature ofinfluencing factors and related indicators. *Frontiers in Physiology*, 4, Article 116.
- Cavanagh, P. R. & Lafortune, M. A. 1980 Ground reaction forces in distance running. *Journal of Biomechanics*, 13 (5), 397–406.

- Clarsen, B., Krosshaug, T. & Bahr, R. 2010 Overuse injuries in professional road cyclists. *The American Journal of Sports Medicine*, 38 (12), 2494–2501.
- Conley, D. & Krahenbuhl, G. 1980 Running economy and distance running performance of highly trained athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 12 (5), 357–360.
- Cooke, N. 2013 Nicole’s full retirement statement. URL <http://nicolecooke.com/retirement-statement/>.
- Coyle, D. & Hamilton, T. 2012 *The Secret Race: Inside the Hidden World of the Tour de France: Doping, Cover-ups, and Winning at All Costs*. Bantam Press.
- Coyle, E. 2005 Improved muscular efficiency displayed as Tour de France champion matures. *Journal of Applied Physiology*, 98, 2191–2196.
- Coyle, E., Coggan, A., Hopper, M. & Walters, T. 1988 Determinants of endurance in well-trained cyclists. *Journal of Applied Physiology*, 64 (6), 2622–2630.
- Coyle, E., Feltner, M., Kautz, S., Hamilton, M., Montain, S., Baylor, A., Abraham, L. & Petrek, G. 1991 Physiological and biomechanical factors associated with elite endurance cycling performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23 (1), 93–107.
- Cummiskey, J., Natsis, K., Papathanasiou, E. & Pigozzi, F. 2013 Sleep and athletic performance. *European Journal of Sports Medicine*, 1 (1), 13–22.
- Cunningham, J. 1980 A reanalysis of the factors influencing basal metabolic rate in normal adults. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 33 (11), 2372–2374.
- Cyclingnews 2016 <http://www.cyclingnews.com/features/wada-cyber-attack-raises-questions>
Haettu marraskuussa.
- Cyclingtips 2015 [https://cyclingtips.com/2015/09/inside-the-business-of-womens-cycling-](https://cyclingtips.com/2015/09/inside-the-business-of-womens-cycling/)
Haettu marraskuussa 2016.
- Dorel, S., Bourdin, M., Praagh, E. V., Lacour, J.-R. & Hautier, C. A. 2003 Influence of two pedalling rate conditions on mechanical output and physiological responses during all-out intermittent exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 89, 157–165.
- Driver, H. & Taylor, S. 2000 Exercise and sleep. *Sleep Medicine Reviews*, 4 (4), 387–402.
- Ebert, T., Martin, D., McDonald, W., Victor, J., Plummer, J. & Withers, R. 2005 Power output during women’s world cup road cycle racing. *European Journal of Applied Physiology*, 95, 529–536.
- Ebert, T., Martin, D., Stephens, B. & Withers, R. 2006 Power output during a professional men’s road-cycling tour. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1, 324–335.

- Edwards, A. & Byrnes, W. 2007 Aerodynamic characteristics as determinants of the drafting effect in cycling. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39 (1), 170–176.
- Edwards, L., Jobson, S., George, S., Day, S. & Nevill, A. 2009 Whole-body efficiency is negatively correlated with minimum torque per duty cycle in trained cyclists. *Journal of Sports Sciences*, 27 (4), 319–325.
- Eichner, E. 2007 Blood doping: Infusions, erythropoietin and artificial blood. *Sports Medicine*, 37 (4–5), 389–391.
- El Helou, N., Berthelot, G., Thibault, V., Tafflet, M., Nassif, H., Campion, F., Hermine, O. & Toussaint, J.-F. 2010 Tour de France, giro, vuelta, and classic European races show a unique progression of road cycling speed in the last 20 years. *Journal of Sports Sciences*, 28 (7), 789–796.
- Enoka, R. 2015 *Neuromechanics of Human Movement*. Human Kinetics, 5. painos.
- Epstein, D. 2013 *The Sports Gene*. Penguin Group.
- Ericson, M., Nisell, R. & Nemeth, G. 1988 Joint motions of the lower limb during ergometer cycling. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 9 (8), 273–278.
- Erlacher, D., Ehrlenspiel, F., Adegbesan, O. & Galal El-Din, H. 2011 Sleep habits in German athletes before important competitions or games. *Journal of Sports Science*, 29, 859–866.
- Ettema, G. & Loras, H. 2009 Efficiency in cycling: a review. *European Journal of Applied Physiology*, 106, 1–14.
- Faria, E., Parker, D. L. & Faria, I. 2005a The science of cycling: Factors affecting performance — part 2. *Sports Medicine*, 35 (4), 313–337.
- Faria, E., Parker, D. L. & Faria, I. 2005b The science of cycling: Physiology and training — part 1. *Sports Medicine*, 35 (4), 285–312.
- Ferrari, H., Gobatto, C. & Machado-Gobatto, F. 2013 Upper respiratory symptoms and performance in well-trained cyclists throughout a competitive season. *Biology of Sport*, 30 (4), 289–294.
- Fignon, L. 2010 *We Were Young and Carefree: The Autobiography of Laurent Fignon*. Jellow Jersey Press.
- Figueira, T., Caputo, F., Machado, C. & Denadai, B. 2008 Aerobic fitness level typical of elite athletes is not associated with even faster $\dot{V}O_2$ kinetics during cycling exercise. *Journal of Sports Science and Medicine*, 7, 132–138.
- Fogelholm, M. 16.2. & 17.2.2016 Ravitseemus ja liikunta. Luento.

- Fonda, B. & Sarabon, N. 2010 Biomechanics of cycling. *Sport Science Review*, XIX (1–2), 187–210.
- Foss, O. & Hallèn, J. 2004 The most economical cadence increases with increasing workload. *European Journal of Applied Physiology*, 92, 443 – 451.
- Foss, O. & Hallèn, J. 2005 Cadence and performance in elite cyclists. *European Journal of Applied Physiology*, 93, 453 – 462.
- Friel, J. 2009 *The Cyclist's training bible*. Velopress: Boulder, Colorado, 4. painos.
- Gaesser, G. & Brooks, G. 1975 Muscular efficiency during steady-rate exercise: effects of speed and work rate. *Journal of Applied Probability*, 38 (6), 1132–1139.
- García-López, J., Díez-Leal, S., Ogueta-Alday, A., Larrazabal, J. & Rodríguez-Marroyo, J. 2016 Differences in pedalling technique between road cyclists of different competitive levels. *Journal of Sports and Sciences*, 34, 1619 – 1626.
- Glaskin, M. 2014 *Pyörä ja ihminen: Miten pyörä ja polkija pelaavat yhteen*. Docendo.
- Gregor, R., Broker, J. & M.M., R. 1991 The biomechanics of cycling. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 19, 127–169.
- Hackney, A. 2016 Luento: "hormonal and immunological responses and adaptations to endurance exercise and training". Marraskuu.
- Hasson, C. J., Caldwell, G. E. & van Emmerik, R. E. 2008 Changes in muscle and joint coordination in learning to direct forces. *Human Movement Science*, 27, 590–609.
- Hawley, J., Myburgh, K., Noakes, T. & Dennis, S. 1997 Training techniques to improve fatigue resistance and enhance endurance performance. *Journal of Sports Sciences*, 15, 325–333.
- Heikura, I. 2012 Pitkien kestävyysjuoksumatkojen lajiansalyysi ja valmennuksen ohjelmointi 10 000 metrin naisjuoksijalla. Seminaarityö.
- Hein F.M. Lodewijkx and, B. B., Kuipers, H. & van Hezewijk, R. 2013 Overestimated effect of epo administration on aerobic exercise capacity: A meta-analysis. *American Journal of Sports Science and Medicine*, 1 (2), 17–27.
- de Helsinki, T. 2015 <http://www.tourdehelsinki.fi/1%c3%a4ht%c3%b6listat/2015/>. Haettu marraskuussa 2016.
- Heuberger, J., Cohen-Tervaert, J., Schepers, F., A.D.B., V., Rotmans, J., Daniels, J., Burggraaf, J. & Cohen, A. 2012 Erythropoietin doping in cycling: Lack of evidence for efficacy and a negative risk–benefit. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 75 (6), 1406–1421.

- de Hon, O., Kuipers, H. & van Bottenburg, M. 2015 Prevalence of doping use in elite sports: A review of numbers and methods. *Sports Medicine*, 45, 57–69.
- Hopker, J., Coleman, D., Gregson, H., Jobson, S., der Haar, T. V., Wiles, J. & Passfield, L. 2013 The influence of training status, age, and muscle fiber type on cycling efficiency and endurance performance. *Journal of Applied Physiology*, 115, 723–729.
- Hopker, J., Coleman, D. & Wiles, J. 2007 Differences in efficiency between trained and recreational cyclists. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 32, 1036–1042.
- Hug, F., Drouet, J., Champoux, Y., Couturier, A. & Dorel, S. 2008 Interindividual variability of electromyographic patterns and pedal force profiles in trained cyclists. *European Journal of Applied Physiology*, 104 (4), 667–678.
- Ilander, O. (ed.) 2008 *Liikuntaravitsemus*. Lahti : VK-kustannus.
- Jamurtas, A., Fatouros, I., Buckenmeyer, P., Kokkinidis, E., Taxildaris, K., Kambas, A. & Kyriazis, G. 2000 Effects of plyometric exercise on muscle soreness and plasma creatine kinase levels and its comparison with eccentric and concentric exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14 (1), 68–74.
- Jeukendrup, A. & Van Diemen, A. 1998 Heart rate monitoring during training and competition in cyclists. *Journal of Sports Sciences*, 16, S91–S99.
- Jeukendrup, A. E., Craig, N. P. & Hawley, J. A. 2000 The bioenergetics of world class cycling. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 3 (4), 414 – 433.
- Joyner, M. J. & Coyle, E. F. 2008 Endurance exercise performance: the physiology of champions. *Journal of Physiology*, 586 (1), 35–44.
- Kautz, S., Feltner, M., Coyle, E. & Baylor, A. 1991 The pedaling technique of elite endurance cyclists: Changes with increasing workload at constant cadence. *International Journal of Sport Biomechanics*, 7, 29–53.
- Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M. (eds.) 2004 *Kuntotestauksen käsikirja*. Liikuntatieteellinen seura.
- Korff, T., Romer, L. M., Mayhew, I. & Martin, J. C. 2007 Effect of pedaling technique on mechanical effectiveness and efficiency in cyclists. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39 (6), 991–995.
- Kyle, C. 1979 Reduction of wind resistance and power output of racing cyclists and runners traveling in groups. *Ergonomics*, 22 (4), 387–397.
- Kyllönen, I. 2016 Suullinen tiedonanto.
- Larson, D. & Maxcy, J. 2012 The industrial organization of sport coaches: Road cycling as a distinguished case. *Journal of Sport Management*, 27, 363–378.

- Leger, D., Metlaine, A. & Choudat, D. 2005 Insomnia and sleep disruption: Relevance for athletic performance. *Clinics in Sports Medicine*, 24, 269–285.
- Leirdal, S. & Ettema, G. 2011a Pedaling technique and energy cost in cycling. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43 (4), 701–705.
- Leirdal, S. & Ettema, G. 2011b The relationship between cadence, pedalling technique and gross efficiency in cycling. *European Journal of Applied Physiology*, 111, 2885–2893.
- Lim, A., Peterman, J., Turner, B., Livingston, L. & Byrnes, W. 2011 Comparison of male and female road cyclists under identical stage race conditions. *Medicine and Science of Sports and Exercise*, 45 (5), 846–852.
- Lodewijkx, H. F. M. & Verboon, P. 2014 The texas sharpshooter in the three grand tours (1933-2013): No evidence for superior time trial performances in the “epo era”. *Open Access Library Journal*, 1, e1045.
- Lucía, A., Carvajal, A., Calderón, F., Afonso, A. & Chicharro, J. 1999 Breathing pattern in highly competitive cyclists during incremental exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 79 (6), 512–521.
- Lucía, A., Hoyos, J. & Chicharro, J. 2001 Physiology of professional road cycling. *Sports Medicine*, 31 (5), 325–337.
- Lucía, A., Hoyos, J., Pérez, M., Santalla, A. & Chicharro, J. 2002a Inverse relationship between vo_{2max} and economy/efficiency in world-class cyclists. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34, 2079–2084.
- Lucia, A., Hoyos, J., Pérez, M., Santalla, A., Earnest, C. & Chicharro, J. 2004 Which laboratory variable is related with time trial performance time in the tour de france? *British Journal of Sports Medicine*, 38, 636–640.
- Lucía, A., Hoyos, J., Santalla, A., Pérez, M. P. & Chicharro, J. 2002b Kinetics of vo_2 in professional cyclists. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34 (2), 320 – 325.
- Lundby, C. & Robach, P. 2015 Performance enhancement: What are the physiological limits? *Physiology*, 30, 282–292.
- Madsen, K., Pedersen, P., Djurhuus, M. & Klitgaard, N. 1993 Effects of detraining on endurance capacity and metabolic changes during prolonged exhaustive exercise. *Journal of Applied Physiology Published*, 75 (4), 1444–1451.
- Maldonado-Martín, S., Cámara, J., James, D. V., Fernández-López, J. R. & Artetxe-Gezuraga, X. 2016 Effects of long-term training cessation in young top-level road cyclists. *Journal of Sports Sciences*.

- Manore, M. M., Kam, L. C. & Loucks, A. B. 2007 The female athlete triad: Components, nutrition issues, and health consequences. *Journal of Sports Sciences*, 25 (S1), S61–S71.
- Marsh, A., Martin, P. & Foley, K. 2000 Effect of cadence, cycling experience, and aerobic power on delta efficiency during cycling. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32 (9), 1630–1634.
- Martin, D. T., Lee, H., Trewin, C., Victor, J., McDonald, W. & McLean, B. 2005 Power output demands of women’s road cycling time trial: 1578: Board 217 9:30 am – 10:30 am. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38 (5 Supplement), S235.
- Martin, J., Milliken, D., Cobb, J., McFadden, K. & Coggan, A. 1998 Validation of a mathematical model for road-cycling power. *Journal of Applied Biomechanics*, 14, 276–291.
- Maso, B. 2005 *The Sweat of the Gods*. Mousehold Press: Victoria Cottage.
- Matomäki, P. 2016 Henkilökohtainen data, ei julkaistu.
- Matomäki, P. 2017 *Pyöräilyn hyötysuhteiden yhteydet*. Master’s thesis, Jyväskylän yliopisto.
- Matomäki, P. & Pirkola, L. 2016 Kestävyysjuoksijanaisen ravintoseuranta. Ravitsemus ja liikunta seminaarityö.
- Maughan, R. & Gleeson, M. 2010 *The Biochemical Basis of Sports Performance*. Oxford University Press, 2. painos.
- McArdle, W., Katch, F. & Katch, V. 2007 *Exercise Physiology: Energy, Nutrition, & Human Performance*. Lippincott Williams & Wilkins, 6. painos.
- McCole, S., Claney, K., Conte, J., Anderson, R. & Hagberg, J. 1990 Energy expenditure during bicycling. *Journal of Applied Physiology*, 68 (2), 748–753.
- Menaspá, P. 2014 The profile of a sprint: What does it take to win a sprint stage? URL <http://sportsscientists.com/2014/07/profile-sprint-take-win-sprint-stage/>.
- Menaspá, P. 2015 *Analysis of Road Sprint Cycling Performance*. Ph.D. thesis, School of Exercise and Health Science, Edith Cowan University.
- Menaspá, P., Quod, M., Martin, D., Peiffer, J. & Abbiss, C. 2015 Physical demands of sprinting in professional road cycling. *International Journal of Sports Medicine*, 36, 1058–1062.
- Mornieux, G., Stapelfeldt, B., Gollhofer, A. & Belli, A. 2008 Effects of pedal type and pull-up action during cycling. *International Journal of Sports Medicine*, 29, 817–822.
- Moseley, L., Achten, J., Martin, J. & Jeukendrup, A. 2004 No differences in cycling efficiency between world-class and recreational cyclists. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25, 374–379.

- Nagle, K. & Brooks, M. 2011 A systematic review of bone health in cyclists. *Sports Health*, 3 (3), 235–243.
- Nickleberry, B. & Brooks, G. 1996 No effect of cycling experience on leg cycle ergometer efficiency. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28 (11), 1396–1401.
- Noakes, T. 2008 Mechanism by which rhupeo improves submaximal exercise performance. *European Journal of Applied Physiology*, 103, 485.
- Noakes, T., St Clair Gibson, A. & Lambert, E. 2005 From catastrophe to complexity: a novel model of integrative central neural regulation of effort and fatigue during exercise in humans: summary and conclusions. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 120–124.
- Padilla, S., Mujika, I., Cuesta, G. & Goiriena, J. 1999 Level ground and uphill cycling ability in professional road cycling. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31, 878–885.
- Pedersen, P., Sørensen, J., Jensen, K., Johansen, L. & Levin, K. 2002 Muscle fiber type distribution and nonlinear vo₂-power output relationship in cycling. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34 (4), 655–661.
- Persson, A. & Persson, P. 2012 Cycling in physiology. *Acta Physiologica*, 206, 1–3.
- Pinot, J. & Grappe, F. 2011 The record power profile to assess performance in elite cyclists. *International Journal of Sports Medicine*, 32, 839–844.
- Pinot, J. & Grappe, F. 2015 A six-year monitoring case study of a top-10 cycling grand tour finisher. *Journal of Sports Sciences*, 33 (9), 907–914.
- Potgieter, S. 2013 Sport nutrition: A review of the latest guidelines for exercise and sport nutrition from the american college of sport nutrition, the international olympic committee and the international society for sports nutrition. *S Afr J Clin Nutr*, 26 (1), 6–16.
- Prehn, T. 2004 *Racing Tactics for Cyclists*. Velopress.
- Procylingstats 2016 http://www.procylingstats.com/rider/kjell_carlstrom.
- Quod, M., Martin, D., Martin, J. & Laursen, P. 2010 The power profile predicts road cycling mmp. *International Journal of Sports Medicine*.
- Raasch, C. & Zajac, F. 1999 Locomotor strategy for pedaling: Muscle groups and biomechanical functions. *Journal of Neurophysiology*, 82, 515–525.
- Rannama, I., Pedak, K., old, K. R. & Port, K. 2016 Pedaling technique and postural stability during incremental cycling exercise — relationship with cyclist fms^{TMS} score. *Lase Journal of Sport Science*, 7 (1), 3–20.
- ravitsemusneuvottelukunta, V. 2014 Suomalaiset ravitsemussuositukset 2014.

- Riis, B. 2010 *Riis: Stages of Light and Dark*. People's Press, Copenhagen.
- Robeck, V. 2014 Professional cycling and the fight against doping. *Macie Paper Series*, (1).
- Rønnestad, B. 2015 Scientific evidence for strength training-induced benefits in endurance runners and cyclists. Talk at 16th International Symposium: Combined Endurance and Strength Training for Physical Fitness and Sports Performance: From Science to Practice, Jyväskylä, September 23 – 25.
- Rønnestad, B., Hansen, E. & Raastad, T. 2011 Strength training improves 5-min all-out performance following 185 min of cycling. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21, 250–259.
- Rønnestad, B., Hansen, J., Hollan, I., Spencer, M. & Ellefsen, S. 2016 Impairment of performance variables after in-season strength-training cessation in elite cyclists. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11, 727–735.
- Sahlin, K., Sørensen, J. B., Gladden, L., Rossiter, H. & Pedersen, P. 2005 Prior heavy exercise eliminates vo₂ slow component and reduces efficiency during submaximal exercise in humans. *Journal on Physiology*, 564 (3), 765–773.
- Salai, M., Brosh, T., Blankstein, A., Oran, A. & Chechik, A. 1999 Effect of changing the saddle angle on the incidence of low back pain in recreational bicyclists. *British Journal of Sports Medicine*, 33, 398–400.
- Sallet, P., Mathieu, R., Fenech, G. & Baverel, G. 2006 Physiological differences of elite and professional road cyclists related to competition level and rider specialization. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 46, 361–365.
- Sanchis-Gomar, F., Olaso-Gonzalez, G., Corella, D., Gomez-Cabrera, M. & Vina, J. 2011 Increased average longevity among the "tour de france" cyclists. *International Journal of Sports Medicine*.
- Sanderson, D. 1991 The influence of cadence and power output on the biomechanics of force application during steady-rate cycling in competitive and recreational cyclists. *Journal of Sports Sciences*, 9, 191–203.
- Santalla, A., Earnest, C. P., Marroyo, J. & Lucia, A. 2012 The tour de france: An updated physiological review. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 7, 200–209.
- Savulescu, J. & Foddy, B. 2011 Le tour and failure of zero tolerance: Time to relax doping controls. In *Enhancing Human Capacities*, eds. J. Savulescu, R. Meuen & G. Wiley, Blackwell, Oxford.
- Savulescu, J., Foddy, B. & Clayton, M. 2016 Why we should allow performance enhancing drugs in sport. *British Journal of Sports Medicine*, 38 (6), 666–670.

- Scott, W. A. 2002 Maximizing performance and the prevention of injuries in competitive athletes. *Current Sports Medicine Reports*, 1, 184–190.
- Sorsa, J. 2016 Suullinen tiedonanto.
- SPU 2013 Suomen pyöräily / 2020, SPU:n strategiatyö 2013 – 2020.
- Stellingwerff, T., Maughan, R. J. & Burke, L. M. 2011 Nutrition for power sports: Middle-distance running, track cycling, rowing, canoeing/kayaking, and swimming. *Journal of Sports Sciences*, 29, S79–S89, supplement 1.
- Stricker, P. 1998 Other ergogenic agents. *Clinics in Sports Medicine*, 17 (2), 283–297.
- Takaishi, T., Yamamoto, T., Ono, T., Ito, T. & Moritani, T. 1998 Neuromuscular, metabolic, and kinetic adaptations for skilled pedaling performance in cyclists. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30 (3), 442–449.
- Taylor, J. & Kress, J. 2006 *The Sport Psychologist's Handbook: A Guide for Sport-Specific Performance*, chap. Psychology of cycling, 325–350. John Wiley & Sons, Ltd.
- Paavo Nurmi keskus Maksimikynnystestidatataa vuosilta 2000 – 2016, n=126. Ei julkaistu.
- Theurel, J., Crepin, M., Foissac, M. & Temprado, J. 2012 Effects of different pedalling techniques on muscle fatigue and mechanical efficiency during prolonged cycling. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 22, 714–721.
- Thomsen, J., Rentsch, R., Robach, P., Calbet, J., Boushel, R., Rasmussen, P., Juel, C. & Lundby, C. 2007 Prolonged administration of recombinant human erythropoietin increases submaximal performance more than maximal aerobic capacity. *European Journal of Applied Physiology*, 101, 481–486.
- Tietsuo, T., Yoshifumi, Y., Takaishi, O. & Toshio, M. 1996 Optimal pedaling rate estimated from neuromuscular fatigue for cyclists. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28 (12), 1492–1497.
- Too, D. 1990 Biomechanics of cycling and factors affecting performance. *Kinesiology, Sport Studies and Physical Education Faculty Publications*, Paper 94.
- Tucker, R. & Collins, M. 2012 What makes champions? a review of the relative contribution of genes and training to sporting success. *British Journal of Sports Medicine*, 46, 555–561.
- Tuunanen, M. 2014 *Keskimatkojen lajiansalyysi — Katsaus 800- ja 1 500 -metrin juoksujen fyysisiin vaatimuksiin*. Master's thesis, Rovaniemen ammattikorkeakoulu.
- Vogt, S., Schumacher, Y., Roecker, K., Dickhuth, H., Schoberer, U., Schmid, A. & Heinrich, L. 2007a Power output during the tour de france. *International Journal of Sports Medicine*, 28, 756–761.

- Vogt, S., Schumacher, Y. O., Blum, A., Roecker, K., Dickhuth, H.-H., Schmid, A. & Heinrich, L. 2007b Cycling power output produced during flat and mountain stages in the giro d'italia: A case study. *Journal of Sports Sciences*, 25 (12), 1299–1305.
- Waterhouse, J., Atkinson, G., Edwards, B. & Reilly, T. 2007 The role of a short post-lunch nap in improving cognitive, motor, and sprint performance in participants with partial sleep deprivation. *Journal of Sports Science*, 25, 1557–1566.
- Wegelius, C. 2013 Kirja karusta arjesta. Helsingin sanomien haastattelu, <http://www.hs.fi/urheilu/a1380946344375>.
- Weinberg, R. & Gould, D. 2011 *Foundations of Sport and Exercise Psychology*. Human Kinetics, 5. painos.
- Whipp, B. 1994 The slow component of o₂ uptake kinetics during heavy exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26 (11), 1319–1326.
- Wikipedia 2016 https://en.wikipedia.org/wiki/doping_at_the_tour_de_france. haettu marraskuussa.
- Wilber, R., Zawadzki, K., Kearney, J., Shannon, M. & Disalvo, D. 1997 Physiological profiles of elite off-road and road cyclists. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29 (8), 1090–1094.
- Zameziati, K., Mornieux, G., Rouffet, D. & Belli, A. 2006 Relationship between the increase of effectiveness indexes and the increase of muscular efficiency with cycling power. *European Journal of Applied Physiology*, 96, 274–281.
- Zorzoli, M. & Rossi, F. 2010 Implementation of the biological passport: The experience of the international cycling union. *Drug Test Analysis*, 2 (11-12), 542–547.