

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/274889990>

Het kwantificeren en sturen van trainingbelasting: 'Optimale' verdeling van intensiteit bij duursporttraining (deel 2)

Article · December 2011

CITATIONS

0

READS

1,293

2 authors, including:



Albert Smit

Koninklijke Nederlandsche Wielren Unie

21 PUBLICATIONS 15 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Paracycling training and coaching [View project](#)



Sportwetenschappelijke begeleiding wielrennen 2004-2008 [View project](#)

In deel 1 (Sportgericht 65/4) van deze serie werden de oorsprong en aanleiding van het kwantificeren van trainingsintensiteit in drie zones besproken. In dit tweede deel stellen we ons de vraag of er voor duursporten een optimale verdeling van trainingsarbeid over de drie zones bestaat.

Het kwantificeren en sturen van de trainingbelasting ‘Optimale’ verdeling van intensiteit bij duursporttraining (deel 2)

**Albert Smit
& Lourain van der Vleuten**

In *Sportgericht* 65/3 heeft Miriam van Reijen dit onderwerp ook al even aangestipt. De zones waar het om gaat zijn nog een keer weergegeven in figuur 1. Hierbij is trainen in zone 1 laagintensief (LIT), zone 2 lactaatdrempeltraining (LDT) en zone 3 hoogintensieve training (HIT). Dit tweede deel is gedeeltelijk gebaseerd op twee overzichtsartikelen van Stephen Seiler.^{27,28}

Drempels

Zoals beschreven in deel 1 ontstond eind jaren '70 van de vorige eeuw het idee dat het voor duursporters belangrijk was om veel op of net onder de Maximale Lactaat Steady State (MLSS) te trainen (zone 2, LDT).²¹ Verklaringen waarom dit effectief zou zijn bleven echter onduidelijk. Topsporters uit die tijd reageerden ook niet positief op het vele trainen op deze drempelintensiteit, wat tot de veronderstelling leidde dat de drempelwaarde mogelijk naar beneden gaat met een toename in duurvermogen. Dit was op zichzelf al een aanleiding voor het zoeken naar ‘individuele’ drempels.¹⁵ De hierop volgende inflatie aan verschillende drempelwaarde-concepten maakte

het ‘op-de-drempel-trainen’ nog verwarrender.

Er zijn heel wat studies die het positieve effect van LDT aantonen, maar deze zijn veelal bij matig of niet-getrainde proefpersonen gedaan. Hierbij kun je je afvragen of het positieve effect aan het specifieke trainingsregime heeft gelegen, aangezien andere studies bij ongetrainde of recreatief sportende proefpersonen met andere trainingsprogramma's van twee tot twaalf weken ook een positief effect hebben, zolang het metabole systeem maar voldoende en regelmatig belast wordt.²

Het is bekend dat goed getrainde duursporters en ongetrainden niet hetzelfde reageren op submaximale training.²⁰ Het wekelijks vervangen van een aantal LIT trainingen door LDT trainingen zorgt niet voor een prestatieverbetering.¹⁷ Een korte tijd HIT training toevoegen aan de al hoge trainingsvolumes van goed getrainde sporters kan de prestatie op intensieve en langdurige inspanningen wel verbeteren.¹⁹ Wanneer het aantal LDT+HIT trainingen per week wordt verhoogd, beginnend vanuit 100% LIT, is er in eerste instantie wel

Auteurs	Sport	% Zone 1 LIT	% Zone 2 LDT	% Zone 3 HIT
Algroy c.s., 2011 ¹	Voetbal: pre-seizoen / in-seizoen	35 / 37	38 / 24	27 / 38
Billat c.s., 2003 ³	Keniaanse hardlopers: man HST / man LST / vrouw	84 / 84 / 88	7 / 14 / 0	9 / 1 / 12
Billat c.s., 2001 ⁴	Marathonlopen	78	4	18
Esteve-Lanao c.s., 2005 ⁸	Hardlopen, lange afstand	71	21	8
Fiskerstrand & Seiler, 2004 ⁹	Roeien 1970-2001: '70 / '80 / '90	38 / 55 / 60	39 / 26 / 26	
Guelich c.s., 2010 ¹²	Wielrennen (junior): responders / non-responders	91 / 86	6 / 12	0 / 0
Guelich c.s., 2009 ¹³	Roeien (jong, 19 jaar)	95	2	3
Nimmerrichter c.s., 2011 ²³	Wielrennen (elite tot world class)	73	22	5
Sandbakk c.s., 2010 ²⁴	Sprint langlaufers: wereld- / nationaal niveau	76 / 73	7 / 4	4 / 6
Schumacher & Mueller, 2002 ²⁵	Baanwielrennen, ploegenachtervolging (excl. baanwedstrijden en etappekoersen)	94	4	2
Seiler & Kjerland, 2006 ²⁶	Langlaufen: hartslog / RPE	75 / 76	8 / 6	17 / 18
Steinacker c.s., 1998 ³⁰	Roeien (top GER, DAN, NED, NOR)	90-96	0	4-10
Zapico c.s., 2007 ³²	<23 jaar Spaanse wielrenners: winter / lente	78 / 70	20 / 22	2 / 8

Tabel 1. Trainingsdistributie bij topsporters.

een toename in prestatie, maar bij verdere intensivering stagneert deze, terwijl de subjectieve indicatoren van trainingsstress en overtraining wel toenemen.⁵ Waarschijnlijk is er dus wel een optimale verhouding tussen LIT en LDT+HIT, maar zal er op een andere manier en bij een andere groep sporters gekeken moeten worden.

Training bij topsporters

Om inzicht te krijgen in een voor topsporters optimale verdeling van intensiteit is het wellicht beter om te kijken hoe zij in de praktijk al trainen. Seiler en Tønnesen²⁷ beargumenteren op basis van de sportgeschiedenis dat topsporters experimenteel en innovatief zijn, ondanks dat ze soms ook een weerstand tegen verandering hebben en traditioneel en zelfs bijgelovig kunnen zijn. Topsporters die een lange carrière hebben gehad en op het wereldpodium hebben gestaan, hebben hun trainingsprogramma door middel van zelforganisatie zodanig bijgeslepen, dat ze hun optimum bereikt hebben. Niet werkende trainingsmethodes zijn verdwenen en de trainingen zijn zodanig ingericht dat de sporters gezond blijven, vooruitgang blijven boeken en het beste presteren op de belangrijkste evenementen. Van wie kunnen we be-

ter leren hoe we moeten trainen?

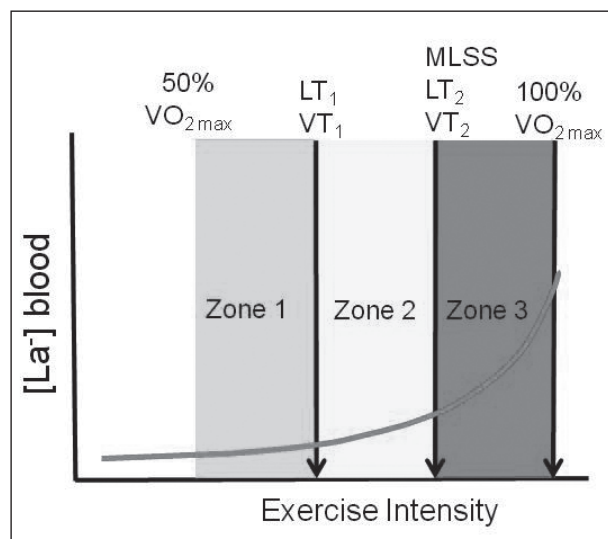
Sinds de jaren '90 van de vorige eeuw is er een toenemend aantal studies verschenen waarin de trainingsbelasting (duur x intensiteit x frequentie) bij zeer goed getrainde sporters en bij topsporters beschreven wordt. In eerste instantie was de aandacht gericht op oorzaken en preventie van overtraining, pas later kwam er ook aandacht voor 'succesvolle' trainingsregimes. De resultaten van deze studies zijn weergegeven in tabel 1. Waar nodig zijn ze omgezet naar de drie intensiteitszones zoals weergegeven in figuur 1. De manier waarop de trainingsdistributie is bepaald verschilt echter per studie. Sommige studies gebruiken

vragenlijsten met referenties naar snelheid (bijvoorbeeld 3km snelheid of marathonsnelheid), terwijl andere studies gebruik maken van lactaatwaarden en -zones en weer andere van vermogen- of hartslog-analyse volgens de

Figuur 1. Drie intensiteitszones model (overgenomen uit Seiler c.s.²⁷)

'tijd-in-zones' methode.

De laatstgenoemde methode geeft de totale duur en het percentage tijd van de hartslog in elke zone weer. Dit is een niet belastende methode die individuele en directe analyse mogelijk maakt, dus zeer aantrekkelijk. Maar de methode heeft wel de neiging om de tijd die aan hoge intensiteit besteed is te onderschatten (doordat de aanpassing van de hartslog bij intervallen achterloopt op de intensiteit van de inspanning). Hierdoor komt deze niet goed overeen met de waargenomen inspanning van een bepaalde training²⁶. Een gevolg hiervan is dat de hoeveelheid training bij lage intensiteit overschat wordt. Het zou beter zijn om



aan de hele training de belangrijkste intensiteitszone toe te kennen, aangezien dit beter overeenkomt met het gevoel, of door juist het gevoel van een training weer te geven (sessie RPE).^{1,26} Echter, aangezien niet te bepalen is hoeveel over- of onderschatting er is, staan in tabel 1 de ruwe resultaten uit de studies.

In de tabel is te zien dat bij alle genoemde sporten, met uitzondering van voetbal, veruit de grootste hoeveelheid trainingstijd (60-96%) besteed wordt aan trainingen in zone 1, dus LIT. De overige tijd wordt besteed in zone 2 en 3, waarbij bij een aantal sporten gericht en meer in de HIT zone dan in de LDT zone getraind wordt. Dit wordt ook wel 'gepolariseerd' trainen genoemd.¹⁶ Een paradox is dat, hoewel bij alle genoemde duursporten de wedstrijden op een intensiteit op of boven de MLSS (of $\geq 85\%$ VO₂max) worden uitgevoerd, de trainingen voor deze wedstrijden voor het grootste deel plaatsvinden bij een intensiteit die veel lager ligt. De gemiddelde verdeling van trainingsduur over de drie zones komt neer op ongeveer 80% in zone 1 en 20% in zones 2 en 3. Zo zie je bij het roeien vanaf 1970 tot 2001⁹ een verschuiving naar meer LIT, van 38% in de jaren '70 tot 60% in de jaren '90, tot zelfs 90-96% in voorbereiding op een WK.³⁰ Ook bij een onderdeel als ploegenachtervolging in het baanwielrennen, waar tijdens een wedstrijd vier minuten lang (gemiddeld) op VO₂max intensiteit gereden wordt, wordt meer dan 90% van de trainingstijd aan LIT besteed. Dit beeld zie je ook bij hardlopen^{3,4,8}, waarbij de wedstrijdintensiteit lange tijd rond de MLSS ligt, maar waarbij ongeveer 80% van de trainingstijd in zone 1 gelopen wordt.

Trainingstudies met zwaardere belasting

Hoewel de verhouding tussen laag-intensief trainen en hoog-intensief trainen steeds terugkomt bij verschil-

lende sporten, kun je je afvragen of deze '80-20' verdeling van intensiteit niet eigenlijk een combinatie is van ervaring, traditie en bijgeloof of dat het werkelijk een optimum is dat bij de sporter vanzelf ontstaan is. Om hier achter te komen zijn er studies gedaan bij zeer goed getrainde sporters waarbij de verhouding in intensiteit gemanipuleerd werd en zo de trainingsbelasting verzaamd werd.

Seiler en Tønnessen²⁷ beschrijven drie studies waarbij een groep van 20 goed getrainde junior langlaufers, die voor aanvang van de studie 84% van de tijd op 60-70% VO₂max trainden, werden verdeeld in een matige intensiteit groep (zelfde als ervoor, maar van 10 naar 16 uur per week) en een hoge intensiteit groep (83% op 80-90% VO₂max en 17% LIT, 12 uur per week). De trainingsperiode duurde 5 maanden. De resultaten laten zien dat, ondanks de 60% toename in trainingsvolume bij de matige intensiteit groep en de ongeveer vier keer zo grote hoeveelheid LDT bij de hoge intensiteit groep, de fysiologische progressie en de prestatieverbetering bij beide groepen goed getrainde sporters beperkt bleef. Intensivering zorgt hier dus niet voor een prestatieverbetering en dat is vergelijkbaar met de uitkomsten van een studie met Britse roeiers¹⁷, waarin twee groepen werden vergeleken. Gedurende 12 weken trainde de eerste groep 100% in zone 1 en de tweede groep trainde ongeveer 72, 22 en 6 procent in respectievelijk zone 1, 2 en 3. Beide groepen verbeterden evenveel in prestatie, ondanks dat de tweede groep intensiever trainde. Een andere studie¹¹ bestond uit een tweejarig project met 14 langlaufers, van wie de training werd gemonitord en gemanipuleerd. Tijdens het eerste jaar trainden alle sporters hetzelfde, gemiddeld 660 trainingsuren met 84% in zone 1 en 16% op of boven de MLSS. Fysiologische testen en wedstrijdresultaten tijdens het eerste jaar werden gebruikt om de sporters in

twee groepen in te delen, namelijk één groep van zeven sporters die goed op de training reageerden (groep 1) en een groep van zeven sporters die minder goed presteerden (groep 2). In het tweede jaar bleef groep 1 dezelfde training uitvoeren, alleen nam het aantal trainingsuren met 6% toe. Groep 2 kreeg een intensiever programma (63%LIT, 37% LDT+HIT) met in totaal minder trainingsuren. Groep 1 bleef zich in dezelfde lijn als het eerste jaar doorontwikkelen, maar de atleten in groep 2 verbeterden zich zodanig op fysiologische parameters en wat betreft prestatie, dat ze na het tweede jaar op hetzelfde niveau kwamen als groep 1. Jammer genoeg heeft deze studie niet gekeken naar ervaren stress of vermoeidheid, die bij groep 2 mogelijk groter was dan bij groep 1, want langdurige intensivering met frequent hoog-intensieve trainingen is een effectieve manier voor het opwekken van overreaching en mogelijk overtrainingssymptomen bij sporters.¹⁴

Weer een andere studie⁷ leidde tot een verbeterde prestatie met een '80-20' verdeling. Hier werden 12 sub-elite langeafstandlopers willekeurig verdeeld in twee trainingsgroepen die gedurende vijf maanden nauwkeurig gevolgd werden. Hun verdeling van trainingsintensiteit was gebaseerd op het 3 zone model zoals in figuur 1. Wanneer gekeken werd naar tijd-in-zone hartslag, dan trainde de eerste groep respectievelijk 81, 12 en 8% in zone 1-3, terwijl groep 2 meer LDT deed, resulterend in een 67-25-8 procent verdeling. Groep 2 voerde dus twee keer zo veel LDT uit als groep 1. De totale trainingbelasting van beide groepen was gelijk. Na 5 maanden bleek dat de groep die meer tijd in zone 1 had getraind beter vooruit was gegaan op een veldloop op tijd dan de groep die meer tijd op de anaerobe drempel had getraind. In de pilotstudie, waarin de atleten oorspronkelijk werd gevraagd om 15% van hun totale

trainingstijd in zone 3 te trainen, bleek het voor de atleten te belastend om dit meer dan twee tot drie weken uit te voeren. Bij veel van de lopers leidde het zelfs tot overbelastingssymptomen.²⁸ Blijkbaar is er een duidelijke grens aan de hoeveelheid tijd die je in zone 3 kunt trainen zonder in de problemen te raken.

Deze studies vinden bijna allemaal dat het vervangen van een percentage LIT door LDT *niet* leidt tot een prestatieverbetering en dat het in een enkel geval zelfs leidt tot mindere prestaties. De hoeveelheid stress zal bij de intensievere trainingsregimes juist wél toenemen. Zoals eerder genoemd zijn de trainingsstrategieën van topsporters die ook op latere leeftijd nog succesvol zijn waarschijnlijk zodanig ingericht, dat zij vooruitgang blijven boeken EN gezond blijven. Een verhouding van ongeveer 80% laag-intensieve trainingen en 20% lactaatrempel en hoog-intensieve trainingen zorgt hier waarschijnlijk voor.

Intensiteit voor recreatieve sporters

Geldt deze 80-20 regel voor topsporters, die 10-12 keer en 15-30 uur per week trainen, ook voor recreatieve sporters, die 4-5 keer per week en 6-10 uur per week trainen? Hier is in de literatuur zeer weinig over te vinden. Seiler en Tønnessen²⁷ noemen een ongepubliceerde studie van Esteve-Lanao bij recreatieve hardlopers, waarbij geprobeerd is om de gepolariseerde training van succesvolle duursporters op hen toe te passen en deze te vergelijken met een training die veel meer op trainen op de anaerobe drempel gericht is, volgens ACSM richtlijnen. De bedoelde intensiteit verdeling van de twee groepen was voor de gepolariseerde groep 77-3-20% en voor de andere groep 46-35-19%. Uit de hartslaganalyses bleek de werkelijke verdeling echter 65-21-14% voor de gepolariseerde groep en 31-56-13% voor

de andere groep te zijn. Dit verschil tussen bedoelde en behaalde verdeling van intensiteit is een duidelijk voorbeeld van de typische fout die door recreatieve sporters vaak gemaakt wordt. Seiler en Tønnessen²⁷ noemen dit 'het vallen in het zwarte gat van de trainingsintensiteit'. Het is moeilijk om recreatieve sporters, die 3-5 dagen per week 45-60 minuten per dag trainen, ervan te weerhouden veel van hun trainingsarbeid op de anaerobe drempel uit te voeren. Trainingen die als lang en rustig bedoeld waren worden korter en sneller en bij intervaltrainingen kan niet de juiste (hoge) intensiteit worden behaald. Het resultaat is dat de meeste trainingen op dezelfde drempelwaarde intensiteit worden uitgevoerd (het zwarte gat!). Ook Foster c.s.¹⁰ vonden dat sporters een andere interpretatie kunnen hebben van de training dan wat de coach voorschrijft. De atleten in hun studie hadden vaak de neiging om harder te lopen tijdens lichte trainingen en waren daardoor mogelijk te vermoeid om op de zware trainingsdagen de bedoelde intensiteiten te behalen, waardoor ze noodgedwongen rustiger aan moesten doen. Het is waarschijnlijk dat niet getrainde individuen geen duidelijke 'drempel' hebben tussen LIT en LDT² en dat ze het daardoor moeilijker vinden om het verschil tussen rustige duurtraining en matig intensieve training in te schatten.

Esteve-Lanao was er, ondanks het zwarte gat, wel in geslaagd om de twee groepen anders te laten trainen. De groep die meer gepolariseerd trainde, met relatief meer trainingstijd op een lage intensiteit, liep na zeven en elf weken een betere 10-km tijd dan de andere groep. Ook recreatieve sporters kunnen dus hun voordeel halen door zich tijdens de trainingen te houden aan de voorgeschreven intensiteit en gepolariseerd te trainen.

Daarnaast is er altijd de vraag: 'Hoe intensief moet intensief zijn?' Is het

beter om 40 minuten op 90% van je maximum te trainen of 16 minuten op 100% van je maximum? In een zeer recente studie²⁹ is dit uitgezocht door getrainde recreatieve wielrenners

1) alleen LIT te laten doen (4-6 keer per week), of verschillende regimes met een bepaalde hoeveelheid intervaltraining (naast 3 keer per week LIT), namelijk

2) 2x per week 4x4 min,

3) 2x per week 4x8 min, of

4) 2x per week 4x16 min, dit alles gedurende 7 weken.

Uiteindelijk bleek 4x8 min intervaltraining de grootste verbetering in prestatie op te leveren, hoewel de 4x4 min als zwaarder ervaren werd. De auteurs stellen dat de interactie tussen de opgetelde inspanningsduur en de bijbehorende intensiteit geoptimaliseerd kan worden voor maximale fysiologische adaptaties onder tolereerbare stress.

Tot slot

Er is behoorlijk wat bewijs om te zeggen dat gepolariseerd trainen met een verhouding van ongeveer 80% LIT (zone 1) en 20% LDT+HIT (zone 2 en 3) op de lange termijn bij getrainde duursporters voor zeer goede resultaten zorgt. De omvangrijke langzame duurtraining zorgt voor een zeer goede basis³¹, die waarschijnlijk een belangrijke voorwaarde is voor het volhouden en uitvoeren van een absolute toename in intensieve training⁶ en voor het vermogen om te herstellen van HIT. HIT is ook een belangrijke component in de training van alle succesvolle duursporters.¹⁸ Tijdelijk een aantal extra HIT trainingen inbouwen zorgt voor een toename in prestatie, maar door de hogere trainingsbelasting moet hier voorzichtig mee omgegaan worden. In een taperfase moet echter juist het aantal HIT trainingen behouden worden, terwijl de andere trainingen verminderd worden.²² Een paar intensieve trainingen per week lijkt genoeg te zijn om de

prestatie te verbeteren, zonder op de lange termijn een overdadige hoeveelheid stress op te bouwen.²⁸

Alle sporters, zowel professioneel als recreatief, trainen het meest effectief als ze rustige trainingen ook werkelijk rustig uitvoeren en daardoor energie genoeg hebben om intensieve trainingen ook werkelijk intensief uit te kunnen voeren. Dit geldt ook (of misschien wel juist) als er binnen een lange training intensieve blokken worden afgewisseld met rustige periodes. Wat nu nog niet duidelijk is, is WAAROM deze manier van trainen voor duursporters nou zo effectief is. Welke fysiologische effecten heeft het trainen op een bepaalde intensiteit? Hoe kun je nou langzaam trainen en toch hard lopen? Daar zullen wij in een volgend deel op ingaan.

Referenties

1. Algroy EA, Hetlelid KJ, Seiler S, et al (2011). Quantifying training intensity distribution in a group of Norwegian professional soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6: 70-81.
2. Beneke R, Leithauser RM & Ochentel O (2011). Blood lactate diagnostics in exercise testing and training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6: 8-24.
3. Billat V, Lepretre PM, Heugas AM, et al (2003). Training and bioenergetic characteristics in elite male and female Kenyan runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35: 297-304; discussion 5-6.
4. Billat VL, Demarle A, Slawinski J, et al (2001). Physical and training characteristics of top-class marathon runners. *Medicine & Science in Sports and Exercise*, 33: 2089-2097.
5. Billat VL, Flechet B, Petit B, et al (1999). Interval training at VO₂max: effects on aerobic performance and overtraining markers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31: 156-163.
6. Coyle EF, Coggan AR, Hopper MK, et al (1988). Determinants of endurance in well-trained cyclists. *Journal of Applied Physiology*, 64: 2622-2630.
7. Esteve-Lanao J, Foster C, Seiler S, et al (2007). Impact of training intensity distribution on performance in endurance athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21: 943-949.
8. Esteve-Lanao J, San Juan AF, Earnest CP, et al (2005). How do endurance runners actually train? Relationship with competition performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37: 496-504.
9. Fiskerstrand A & Seiler KS (2004). Training and performance characteristics among Norwegian international rowers 1970-2001. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 14: 303-310.
10. Foster C, Heiman KM, Esten PL, et al (2001). Differences in perceptions of training by coaches and athletes. *South African Journal of Sports Medicine*, 8: 3-7.
11. Gaskill SE, Serfass RC, Bacharach DW, et al (1999). Responses to training in cross-country skiers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31: 1211-1217.
12. Guellich A & Seiler S (2010). Lactate profile changes in relation to training characteristics in junior elite cyclists. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5: 316-327.
13. Guellich A, Seiler S & Emrich E (2009). Training methods and intensity distribution of young world-class rowers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 4: 448-460.
14. Halson SL & Jeukendrup AE (2004). Does overtraining exist? An analysis of overreaching and overtraining research. *Sports Medicine*, 34: 967-981.
15. Heck H & Beneke R (2008). 30 Jahre Laktatschwelle – was bleibt zu tun? *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 59: 297-302.
16. Hopkins W (1993). Polarized training and hypoxic muscles: highlights of the ACSM annual meeting. *Sportscience* 1993/3.
17. Ingham SA, Carter H, Whyte GP, et al (2008). Physiological and performance effects of low-versus mixed-intensity rowing training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40: 579-584.
18. Laursen PB (2010). Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20: 1-10.
19. Laursen PB & Jenkins DG (2002). The scientific basis for high-intensity interval training: optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. *Sports Medicine*, 32: 53-73.
20. Londree BR (1997). Effect of training on lactate/ventilatory thresholds: a meta-analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 29: 837-843.
21. Mader A, Liesen H, Heck H, et al (1976). Zur Beurteilung der sportart spezifischen Ausdauer Leistungsfähigkeit im Labor. *Sportarzt und Sportmedizin*, 27: 80-88.
22. Mujika I (2010). Intense training: the key to optimal performance before and during the taper. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20 (Suppl 2): 24-31.
23. Nimmerichter A, Eston RG, Bacht N, et al (2011). Longitudinal monitoring of power output and heart rate profiles in elite cyclists. *Journal of Sports Science*, 29 (8), 831-840.
24. Sandbakk O, Holmberg HC, Leirdal S, et al (2010). The physiology of world-class sprint skiers. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, Epub ahead of print, doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01117.x.
25. Schumacher YO & Mueller P (2002). The 4000-m team pursuit cycling world record: theoretical and practical aspects. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34: 1029-1036.
26. Seiler K & Kjerland G (2006). Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an "optimal" distribution? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 16: 49-56.
27. Seiler KS & Tønnesen E (2009). Intervals, thresholds, and long slow distance: the role of intensity and duration in endurance training. *Sportscience*, 13: 32-63.
28. Seiler S (2010). What is best practice for training intensity and duration distribution in endurance athletes? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5: 276-291.
29. Seiler S, Joranson K, Olesen BV, et al (2011). Adaptations to aerobic interval training: interactive effects of exercise intensity and total work duration. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, Epub ahead of print, doi: 10.1111/j.1600-0838.2011.01351.x.
30. Steinacker JM, Lormes W, Lehmann M, et al (1998). Training of rowers before world championships. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30: 1158-1163.
31. Yeo WK, Paton CD, Garnham AP, et al (2008). Skeletal muscle adaptation and performance responses to once a day versus twice every second day endurance training regimens. *Journal of Applied Physiology*, 105: 1462-1470.
32. Zapico AG, Calderon FJ, Benito PJ, et al (2007). Evolution of physiological and haematological parameters with training load in elite male road cyclists: a longitudinal study. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47: 191-196.

Over de auteurs

Albert Smit studeerde Bewegingswetenschappen aan de Vrije Universiteit in Amsterdam. Hij werkt als sportwetenschapper bij de Unit Topsport van NOC*NSF, in het programma Wetenschappelijke Ondersteuning Topsport, waar hij onder andere wetenschappelijke kennis vertaalt naar de sportpraktijk.

Lourain van der Vleuten studeerde Fysiotherapie aan de Hogeschool Zuyd en Bewegingswetenschappen aan de Universiteit Maastricht (BA) en de Vrije Universiteit in Amsterdam (MSc). Zij adviseert als 'embedded scientist' met haar bedrijf Sportscience into Practice coaches en sportbonden op het gebied van prestatieverbetering bij sporters.