

*Elk jaar worden de wielrenners van het Rabobank Cycling Team onderworpen aan een maximale inspanningstest met ademgasanalyse en lactaatmetingen. In 2007 werden zowel de professionals (rijdend in de toenmalige ProTour) als de beloftes (Continental) getest bij Sportadviesbureau Contest en het Sport Medisch Centrum te Amsterdam. Dit artikel gaat in op de overeenkomsten en de verschillen tussen professionals en beloften.*

## Verschillen en overeenkomsten tussen wielersprofs en -beloftes

Zijn de verschillen nog zo groot?

**Marcel Schmitz**

Om de prestaties van profwielrenners en belofteren (elite amateurs) te beoordelen en te voorspellen worden verschillende fysiologische parameters gebruikt. De maximale zuurstofopname ( $VO_{2max}$ ) is de parameter die vele jaren lang als de belangrijkste werd beschouwd. Hoewel  $VO_{2max}$  alom wordt gebruikt, blijkt deze niet valide in het voorspellen van duursprestaties bij atleten in het algemeen. Ofschoon een hoge  $VO_{2max}$  een vereiste is om goed te presteren, blijken atleten met een hoge  $VO_{2max}$  niet altijd de absolute wereldtop te bereiken in hun duursport.

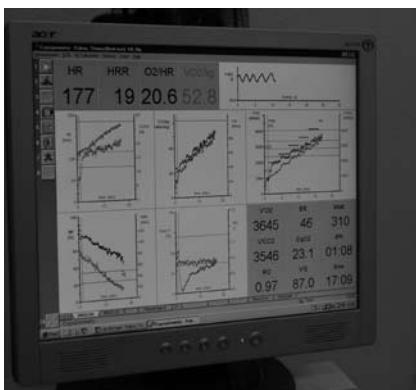
### Andere parameters

In de wielersport wereld bewijzen andere fysiologische parameters meer hun waarde in het voorspellen van prestaties, zoals:

- het maximale vermogen ( $P_{max}$ );
- het ademhalingspatroon: ademminuutvolume, ademfrequentie en teugvolume (tidal volume);
- het ventilatoire equivalent ( $eqVO_2$  en  $eqVCO_2$ ), berekend door het

- ademminuutvolume te delen door resp. de  $VO_2$  (zuurstofopname) en de  $VCO_2$  ( $CO_2$  productie);
- lactaatwaarden;
- gross efficiency (GE), delta efficiency (DE), cycling economy (CE);
- de intensiteit (als  $\%VO_{2max}$ ) waarop de hoogste absolute vetverbranding plaatsvindt ( $Fat_{max}$ );
- de  $VO_2$ , het  $\%VO_{2max}$  en het vermogen tijdens de ventilatoire drempels.

Er is vrij weinig wetenschappelijk onderzoek verricht naar verschillen in fysiologische parameters tussen profwielrenners en beloftes. De enkele studies die zijn verricht (met name door Lucia et al.) laten zien dat profs op bovengenoemde parameters beter scoren dan elite amateurs, met uitzondering van de  $VO_{2max}$ .<sup>1-4</sup> De voornaamste reden die hiervoor wordt gegeven is dat de profs een geschiedenis hebben met meer fietskilometers. Hierdoor hebben ze gedurende jaren een hoger percentage type 1 spiervezels ontwikkeld, met als gevolg een betere aërobe capaciteit.



	Profs (n=23)	Beloftes (n=15)
Leeftijd (jaren)	28 ± 5	21 ± 2
Gewicht (kg)	71,2 ± 6,3	73 ± 5,7
Lengte (m)	1,81 ± 0,06	1,84 ± 0,05
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	21,7 ± 1,5	21,6 ± 1,2
BSA (m <sup>2</sup> )	1,91 ± 0,11	1,95 ± 0,10

Tabel 1. Karakteristieken van de testpersonen. Waarden zijn gemiddelden ± standard error (SE). BMI = body mass index; BSA = body surface area.

## De studie

Het doel van deze studie was om te beoordelen of professionele wielrenners inderdaad beter scoren op fysiologische parameters dan hun elite amateur collega's (beloftes). De karakteristieken van beide groepen staan vermeld in tabel 1.

Gekeken werd naar de parameters op drie meetmomenten tijdens de maximale inspanningstest, namelijk op de eerste en tweede ventilatoire drempel (VT1 en VT2) en bij maximale inspanning (gevisualiseerd in figuur 1). Beide ventilatoire drempels werden bepaald met behulp van de ventilatoire equivalent-methode, het eqVO<sub>2</sub> en eqVCO<sub>2</sub>.<sup>5,6</sup>



Lactaatmeting.

VT1 is daarbij gedefinieerd als het punt waar het eqVO<sub>2</sub> begint te stijgen en het eqVCO<sub>2</sub> gelijk blijft. Op dit punt vindt een stijging van het ademminuutvolume (AMV) plaats die in proportie is met de stijging van de VCO<sub>2</sub>; de VCO<sub>2</sub> stijgt door een reactie waarbij het vrijgekomen waterstof (H<sup>+</sup>) wordt

gebufferd door natriumbicarbonaat. De VO<sub>2</sub> daarentegen stijgt op dit punt niet proportioneel mee, waardoor het eqVO<sub>2</sub> dus stijgt.

VT2 wordt gezien als het punt waar tevens het eqVCO<sub>2</sub> begint te stijgen en wordt ook het respiratoire compensatiepunt (RCP) genoemd. Op dit punt

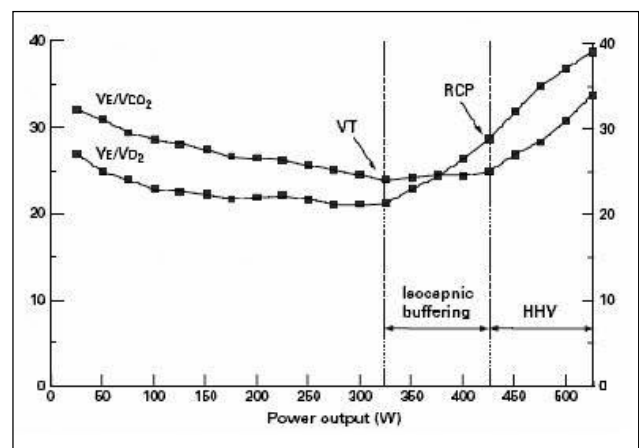
wordt veel lactaat geproduceerd omdat de aërobe celverbranding tekort schiet. De ontstane anaërobe toestand veroorzaakt lactaataccumulatie. Hierbij dient te worden vermeld dat lactaat niet de boosdoener is van 'verzuring', maar juist een positief effect veroorzaakt, doordat het H<sup>+</sup> buffert. VT2 wordt

gekennzeichnet door hyperventilatie als een reactie op de toenemende metabole acidose; het AMV stijgt hierdoor beduidend meer dan de VCO<sub>2</sub>, resulterend in een stijgend eqVCO<sub>2</sub>.

De onderzochte parameters in deze studie op de drie meetpunten waren onder andere de VO<sub>2</sub>, VO<sub>2</sub>/kg, %VO<sub>2</sub>max, uitwendig vermogen (P), tidal volume, ademprequentie, AMV en eqVO<sub>2</sub>. Alleen tijdens maximale inspanning werden het lactaat en de Respiratory Exchange Ratio (RER) tussen beide groepen vergeleken. Als laatste werd de Fat<sub>max</sub> gemeten in %VO<sub>2</sub>max.<sup>7</sup>

Omdat de profs (n = 23) alleen na de jaarlijkse teampresentatie konden worden

getest (in verband met verblijf en huisvesting in het buitenland) is deze groep in januari 2007 getest, na circa 5 weken training. De beloftes (n = 15) werden in maart 2007 getest, na zo'n 14 weken training. Alle testpersonen voerden de test in gevoede toestand uit op een fietsergometer en op verschillende momenten van de dag. Dit in verband met de strakke trainings- en wedstrijd-schema's van de renners. Het fietsprotocol werd gestart met 2 Watt/kg lichaamsgewicht gedurende 3 minuten,



Figuur 1. Het bepalen van de ventilatoire drempels (VT1 en VT2) door het gebruik van de ventilatoire equivalent methode. VT, ventilatoire drempel (=VT1); RCP, respiratory compensation point (=VT2); V<sub>E</sub>, ademminuutvolume; VO<sub>2</sub>, zuurstofconsumptie; VCO<sub>2</sub>, kooldioxide productie; HHV, hypocapnic hyperventilation.<sup>5</sup>

waarna elke 3 minuten de weerstand met 0,5 Watt/kg werd verhoogd.

## Fysiologische parameters

De tijdens de studie verkregen scores op de fysiologische parameters zijn weergegeven in tabel 2.

**Zuurstofopname:** op de drie meetmomenten bleken de profs significant hoger te scoren; wat betreft VO<sub>2</sub>/kg (p-waarden resp. 0,049, 0,033 en 0,018). Wat betreft absolute VO<sub>2</sub> was er geen verschil tussen beide groepen. Het blijkt dus dat het lagere lichaamsgewicht van de profs hier de doorslag geeft. Dit komt niet overeen met andere studies, waaruit bleek dat profs

en elite amateurs niet verschilden in  $VO_2\text{max}/\text{kg}$ .

**Uitwendig vermogen:** naast de significant hogere  $VO_2/\text{kg}$  scoorden de profs hoger wat betreft Watt/kg tijdens de drie meetmomenten (p-waarden: VT1 0.011; VT2 0.012), hoewel tijdens maximale inspanning niet significant (p = 0.090). Ook eerdere studies<sup>4,5</sup> laten zien dat profs hier beter presteren, hoewel in de studie van Sallet identieke waarden werden gemeten.<sup>8</sup> Wat betreft het absolute wattage verschilden beide groepen nergens significant.

**EqVO<sub>2</sub>:** tijdens maximale inspanning was te zien dat de profs significant lager scoorden ten opzichte van de beloftes (32,9 tegen 36,0 met p = 0.009).

Dit was het gevolg van het lagere AMV en de hogere  $VO_2$  van de profs.

Deze twee laatstgenoemde parameters waren zelf echter niet significant verschillend tussen beide groepen. De hogere zuurstofconsumptie en het lagere AMV van de profs tijdens maximale inspanning betekenen dus dat ze efficiënter zijn op dit onderdeel. Op VT1 en VT2 verschilden beide groepen niet significant qua eqVO<sub>2</sub>.

**AMV, ademfrequentie en tidal volume:** bij deze parameters zijn geen significante verschillen gevonden tussen beide groepen. Wel opvallend is dat de beloftes tijdens maximale inspanning een hoger AMV hadden (p = 0.295), als gevolg van een hogere ademfrequentie (58 tegen 56 keer per minuut) en een hoger tidal volume (3,42 liter tegen 3,32 liter).

Dit terwijl een studie van Lucia aangeeft, dat elite amateurs juist een significant lager tidal volume hebben (met een hogere ademfrequentie) tijdens (sub)maximale inspanning, en daardoor dus minder efficiënt ademen.<sup>2</sup>

**%VO<sub>2</sub>max:** profs en beloftes waren identiek op deze parameter tijdens VT1 en VT2,

		VT1	VT2	Max
VO <sub>2</sub> (ml/min)	Profs	4155 ± 424	4728 ± 431	5137 ± 440
	Beloftes	4072 ± 342	4616 ± 324	5015 ± 339
VO <sub>2</sub> /kg (ml/kg/min)	Profs	58.4 ± 3.8	66.3 ± 4.1	72.3 ± 4.5
	Beloftes	55.8 ± 3.7	63.3 ± 3.7	68.8 ± 3.8
%VO <sub>2</sub> max	Profs	81 ± 4	92 ± 2	
	Beloftes	81 ± 5	92 ± 4	
P (W)	Profs	347 ± 37	404 ± 38	444 ± 35
	Beloftes	334 ± 28	392 ± 26	441 ± 29
P/kg (W/kg)	Profs	4.88 ± 0.37	5.67 ± 0.35	6.26 ± 0.39
	Beloftes	4.59 ± 0.24	5.39 ± 0.27	6.05 ± 0.27
AMV (L/min)	Profs	102.5 ± 13.7	133.7 ± 19.2	171.3 ± 21.8
	Beloftes	101.9 ± 11.1	132.2 ± 14.4	178.3 ± 16.4
eqVO <sub>2</sub>	Profs	23.8 ± 1.8	27.3 ± 2.7	32.9 ± 3.4
	Beloftes	24.1 ± 1.7	27.7 ± 2.1	36.0 ± 3.3
Lactaat (mmol/L)	Profs			9.7 ± 2.29
	Beloftes			10.1 ± 2.45
RER	Profs			1.16 ± 0.05
	Beloftes			1.21 ± 0.04
Fatmax (%VO <sub>2</sub> max)	Profs		61 ± 7	
	Beloftes		59 ± 5	

Tabel 2.  $VO_2$ ,  $VO_2/\text{kg}$ , % $VO_2\text{max}$ , P, P/kg, AMV en eqVO<sub>2</sub> tijdens VT1, VT2 en maximale inspanning; lactaat en RER allen gemeten tijdens maximale inspanning; Fat<sub>max</sub> in % $VO_2\text{max}$ . Waarden zijn gemiddelden ± standard error (SE).

wat overeenkomt met de studie van Sallet<sup>8</sup>. Dit in tegenstelling tot twee andere studies waarin profrenners een significant hogere % $VO_2\text{max}$  scoorden tijdens de twee meetmomenten.<sup>4,5</sup>

**Lactaat:** de lactaatwaarden van de beloftes lagen tijdens maximale inspanning niet significant hoger dan die van de profs (10,1 tegen 9,7 mmol/L, p = 0.597). Studies van Lucia et al. laten echter wel weer significant hogere lactaatwaarden bij elite amateurs zien.<sup>1,4</sup>

**Fat<sub>max</sub>:** de intensiteit met de hoogste absolute vetverbranding lag bij de

profs niet significant hoger (61% van  $VO_2\text{max}$ ) dan bij de beloftes (59%) (p = 0.365). Andere studies vonden wel een significant hogere Fat<sub>max</sub> bij de profs.<sup>4,9</sup> Hoewel hier geen echt verschil is gevonden, kunnen kleine verschillen toch bepalend zijn in een wedstrijd. Vooral in de topsport, waar 'beetjes' juist van groot belang zijn. Een kanttekening bij de Fat<sub>max</sub> meting is, dat deze is uitgevoerd in gevoede toestand en dat de tests niet op hetzelfde tijdstip van de dag hebben plaatsgevonden. Dit gaat vanzelfsprekend ten koste van standaardisatie en betrouwbaarheid.

## Discussie en conclusie

De profrenners scoorden beter op bepaalde parameters in vergelijking met de beloftes. Dit verschil wordt in deze studie waarschijnlijk zelfs onderschat doordat de professionals – voorafgaand aan de test – een kortere trainingsperiode hebben gehad.



Een verklaring voor het betere presteren van de profs is het grotere aantal fietskilometers die ze hebben gemaakt gedurende hun fietscarrière (meer fietsjaren en zwaardere eisen aan training en wedstrijden). Het gevolg hiervan is dat ze een hoger percentage type1 spiervezels hebben ontwikkeld en daardoor een betere vetverbranding en aërobe capaciteit vertonen.

De profs in deze studie hebben tevens een hogere  $VO_2\text{max}/\text{kg}$  dan de beloftes. Het is mogelijk dat de beloftes zich hierin nog ontwikkelen. Daarnaast is de  $VO_2\text{max}$  niet zo'n goede voorspeller van sportieve prestaties, zoals eerder in dit artikel vermeld.

De mogelijkheid bestaat dat de beloftes gedurende de test "dieper" zijn gegaan dan de profs, omdat de beloftes nog bezig zijn met het verdienen van een profcontract en zich daarom wellicht willen bewijzen in een maximaaltest. De nagenoeg identieke maximale lactaatwaarden pleiten er echter voor dat de profs eenzelfde inspanning hebben geleverd als de beloftes. Echter, de significant lagere maximale RER-waarden van de profs spreken dit weer tegen ( $p = 0.002$ ).

Bepaalde parameters waren identiek tussen profs en beloftes, zoals het absolute wattage en het  $\%VO_2\text{max}$  tijdens de meetmomenten. Hieruit blijkt dat het niveau van de huidige beloftes mogelijk gestegen is in vergelijking met eerdere studies. Een mogelijke verklaring voor de verbeterde prestaties bij de beloftes is de verbeterde (trainings) begeleiding vanaf jeugdniveau.

Verder moet benadrukt worden dat het hier gaat om laboratoriumtests van zo'n 25 minuten, die eigenlijk niet te vergelijken zijn met een hele dag of zelfs een hele week koersen. Bij (meerdaagse) koersen komen vaak weer andere aspecten aan de orde, zoals wedstrijd tactiek, herstel, etc. Het is echter moeilijk om fysiologische parameters te testen tijdens koersdagen. De uitzondering hierop is natuurlijk

de hartfrequentie, die altijd gemakkelijk te meten is. Daarnaast is recent een systeem ontwikkeld dat wordt gebruikt tijdens training en wedstrijden. Dit systeem heet SRM (Schoberer Rad Messtechnik) en is een meetsysteem dat in de trapas van de fiets verborgen zit. Met dit systeem is het mogelijk om het gefietste vermogen te meten tijdens bijvoorbeeld een bergetappe. Na een training of wedstrijd kunnen de data op een laptop worden uitgelezen, waardoor zeer nuttige informatie tevoorschijn komt.

Vanzelfsprekend zijn er nog meer fysiologische parameters die kunnen worden onderzocht, of nieuwe parameters die op het punt staan hun intrede te doen. Nieuwe parameters dienen wetenschappelijk te worden onderzocht, alvorens te worden ingezet in de sportwereld.

De Master thesis waarop dit artikel is gebaseerd, kwam mede tot stand dankzij Eric van Breda (Universiteit Maastricht), Melvin Kantebeen (Contest Sportadviesbureau te Amsterdam) en Louis Delahaije (trainer Rabobank Cycling Team).

#### Over de auteur

Marcel Schmitz (1969) is van origine (Intensive Care)-verpleegkundige en is in 2003 gestart met de studie Bewegingswetenschappen aan de Universiteit van Maastricht, waar hij in 2007 als Master afstudeerde. Als onderwerp voor zijn Master thesis deed hij onderzoek bij het Rabobank Cycling Team. Sinds maart 2008 werkt hij als inspanningsfysioloog / bewegingswetenschapper bij Medisch Sportgezondheidscentrum 'TopSupport', onderdeel van de St. Anna Zorggroep te Geldrop ([www.topsupport-anna.nl](http://www.topsupport-anna.nl)). E-mail: [schmitz735@gmail.com](mailto:schmitz735@gmail.com).

#### Referenties

1. Chicharro JL, Carvajal A, Pardo J, Perez M & Lucia A (1999). Physiological parameters determined at OBLA vs. a fixed heart rate of 175 beats  $\times$  min<sup>-1</sup> in an incremental test performed by amateur and professional cyclists. *Japanese Journal of Physiology*, 49 (1), 63-69.
2. Lucia A, Carvajal A, Calderon FJ, Alfonso A & Chicharro JL (1999). Breathing pattern in highly competitive cyclists during incremental exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 79 (6), 512-521.
3. Lucia A, Hoyos J, Santalla A, Perez M & Chicharro JL (2002). Kinetics of  $VO_2$  in professional cyclists. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34 (2), 320-325.
4. Lucia A, Pardo J, Durantez A, Hoyos J & Chicharro JL (1998). Physiological differences between professional and elite road cyclists. *International Journal of Sports Medicine*, 19 (5), 342-348.
5. Chicharro JL, Hoyos J & Lucia A (2000). Effects of endurance training on the isocapnic buffering and hypocapnic hyperventilation phases in professional cyclists. *British Journal of Sports Medicine*, 34 (6), 450-455.
6. Davis JA (1985). Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17 (1), 6-21.
7. Achten J, Gleeson M & Jeukendrup AE (2002). Determination of the exercise intensity that elicits maximal fat oxidation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 34 (1), 92-97.
8. 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 (3), 361-365.
9. Lucia A, Hoyos J, Pardo J & Chicharro JL (2000). Metabolic and neuromuscular adaptations to endurance training in professional cyclists: a longitudinal study. *Japanese Journal of Physiology*, 50 (3), 381-388.