

In het wielrennen op de weg worden inspanningen in het aerobe bereik vaak als maatstaf genomen voor het prestatievermogen van een renner. Wielrennen is echter meer dan alleen het leveren van een duurprestatie. Wedstrijden worden immers beslist tijdens kritieke perioden, zoals een demarrage of een eindsprint. Het is dus van belang om te weten hoe een renner presteert tijdens deze kritieke perioden.

Power Speed Profile Prestatiemodel voor wegwielrennen

**Marco van Bon
& Guido Vroemen**

In een serie van twee artikelen wordt ingegaan op de vraag welke kritieke perioden representatief zijn voor prestaties in het wegwielrennen en hoe deze prestaties gemeten en met elkaar vergeleken kunnen worden.

Vermogen

Een aantal maanden geleden stond er in Het Laatste Nieuws, één van de grotere Vlaamse kranten, een artikel¹ met als kop '18-jarig Belgisch supertalent wellicht binnen enkele weken prof: Ik trap wattages zoals Froome'. Het artikel ging over Remco Evenepoel, die na een verleden als voetballer in april 2017 debuteerde als wedstrijd wielrenner en dit jaar prompt Belgisch, Europees en wereldkampioen werd bij de junioren. Evenepoels opmerking illustreert dat er in het wielrennen veel waarde wordt gehecht aan hoeveel vermogen een renner trapt. Maar wat vertellen deze vermogensgegevens ons eigenlijk? Kunnen we de prestaties van renners op deze manier goed met elkaar vergelijken?

Functional Threshold Power, VO₂max en MAP

In het wielrennen gelden *functional*

threshold power (FTP, zie kader), maximale zuurstofopname (VO₂max) en *maximal aerobic power* (MAP) als de gouden standaard voor het in kaart brengen van het prestatievermogen. FTP wordt gedefinieerd als de hoogste gemiddelde vermogensoutput die een renner kan produceren gedurende 40 minuten tot een uur.² In de praktijk wordt FTP vaak gebruikt voor het bepalen van de intensiteit van individuele trainingszones. Een hoge FTP is een goede voorspeller voor topprestaties tijdens beklimmingen³ en lange tijdritten.^{4,5} Voor zeer goed getrainde renners geldt dat FTP zich bevindt rond 90% van VO₂max.³

VO₂max verwijst naar de maximale hoeveelheid zuurstof die een sporter per tijdseenheid kan transporteren en verwerken bij inspanning. Vrijwel alle professionele duursporters, van wielrenners tot langlaufers, hebben een hoge VO₂max. Profwielrenners hebben over het algemeen een VO₂max hoger dan 70 ml/kg/min.³

MAP is direct gerelateerd aan VO₂max. Het is het vermogen dat een renner kan produceren op het moment dat de zuurstofopname maximaal is en wordt in de praktijk gedefinieerd als het ver-

mogen tijdens de laatste minu(u)t(en) van een progressieve inspanningstest (RAMP protocol).

FTP, VO₂max en MAP worden in de wielersport veel gebruikt als maat voor het prestatievermogen, maar hierbij kunnen verschillende kanttekeningen geplaatst worden. Zo is FTP bijvoorbeeld wel een goede voorspeller voor (steady-state) duurprestaties, maar zegt het weinig over iemands vermogen om te sprinten of om snel een gat dicht te rijden. Hoewel MAP een betere indicator voor intensieve inspanningen is dan FTP, geeft ook MAP onvoldoende inzicht in het anaerobe prestatievermogen van een renner. Bovendien is de hoogte van MAP afhankelijk van het gebruikte protocol en zijn testwaarden daardoor onderling moeilijk te vergelijken.¹¹ Tot slot kan opgemerkt worden dat een hoge VO₂max wel een indicatie is voor talent voor aerobe inspanningen³, maar dat het een matige

Wat is Functional Threshold Power (FTP)?

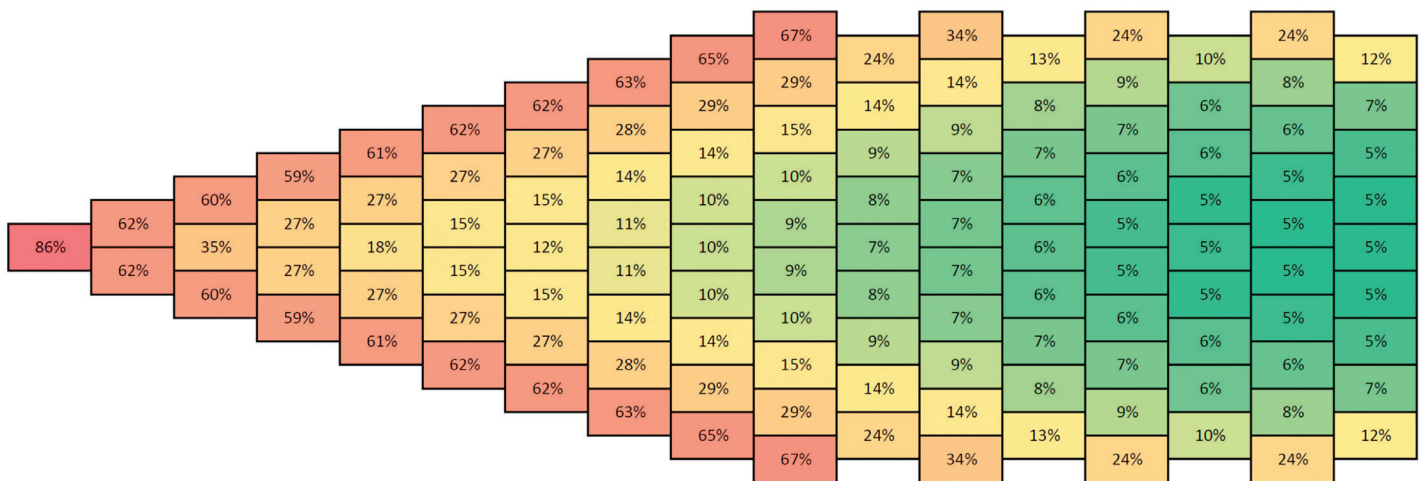
De term Functional Threshold Power is in 2006 geïntroduceerd door Allen & Coggan.² Deze drempel is in de praktijk vergelijkbaar met de anaerobe drempel (AT2), lactaatdrempel (LT2 / OBLA / MLSS) en ventilatoire drempel (VT2)^{3,6,7} en critical power (CP60).⁸ Al deze drempels gaan uit van een maximale intensiteit die een renner een langere tijd, steady-state, kan volhouden. Een synoniem hiervoor is *sustainable power*.

Met FTP als maat voor sustainable power wordt de drempel losgekoppeld van onderliggende fysiologische processen. Hiermee worden misverstanden vermeden, zoals het idee dat er een drempel bestaat tussen aerobe en anaerobe energievoorziening⁹ of dat lactaat de oorzaak is voor de gevonden drempel (in plaats van slechts een indirecte biomarker).¹⁰

Het karakter van de wielersport

Wielrennen is één van de weinige sporten waarin je sterk kunt profiteren van de krachten van anderen. Bij wedstrijdsnelheden op de vlakke weg loopt de luchtweerstand namelijk op tot wel 90% van de totale weerstand.¹⁴ Door in een kleine groep renners 'uit de wind te zitten' kan dit percentage

peloton dat fietst met een snelheid van 54 km/u ervaren slechts een luchtweerstand alsof ze 12 km/u rijden! Dit leidt er toe dat een renner gedurende het grootste deel van de koers relatief weinig vermogen levert en dat de wedstrijd uiteindelijk wordt beslist tijdens *kritieke perioden*. Dit zijn de perioden waarin het echt hard gaat. Bijvoorbeeld het moment waarop



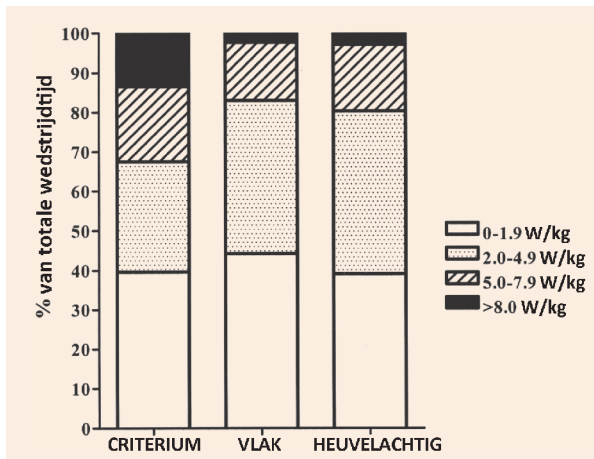
Figuur 1. Luchtweerstand van elke fietser in een dicht opeengepakt peloton als percentage van de weerstand van een geïsoleerde fietser die met dezelfde snelheid rijdt. Merk op dat ook de eerste renner voordeel heeft van het rijden in een peloton vanwege het feit dat er renners achter hem rijden.¹⁵

voorspeller is voor succes in wielervedstrijden.^{12,13}

Waar moet een coach dan verder naar kijken als FTP, VO₂max en MAP slechts een deel van het succes van een renner kunnen verklaren? Om deze vraag te beantwoorden moeten we het karakter van de wielersport ontleden.

echter worden gereduceerd tot 50%.¹⁴ Uit een recente studie van Blocken et al.¹⁵ (zie figuur 1) blijkt dat dit effect in een dicht opeengepakt peloton zelfs nog veel groter kan zijn: midden achterin daalt de luchtweerstand namelijk tot slechts 5-10% van de luchtweerstand van een geïsoleerde renner. Renners met een gunstige positie in een

een renner demarreert om een gat te slaan, of juist probeert het gat naar de kopgroep te dichtten. Ook een korte periode waarin een renner hard op kop rijdt om weg te blijven, of een explosieve eindsprint, kunnen beschouwd worden als kritieke perioden. Het bovenstaande maakt duidelijk dat het sparen van energie en het kiezen van



Figuur 2. Percentages van de totale wedstrijdduur in verschillende vermogenszones (Watt/kg) voor criteriums, vlakke wedstrijden en heuvelachtige wedstrijden (data uit Tour Down Under).¹⁶

het juiste moment om deze energie aan te wenden van groot belang zijn.

Kritieke perioden

Kritieke perioden zijn *wedstrijdspecifiek*: de intensiteit en duur verschilt per type wedstrijd. Ebert et al.¹⁶ onderzochten tussen 1999 en 2004 het geproduceerde vermogen van 31 renners tijdens 207 verschillende etappes in de meerdaagse professionele wielervedstrijd Tour Down Under. De etappes werden geclassificeerd als 'criterium', 'vlakke wedstrijd' of 'heuvelachtige wedstrijd'.

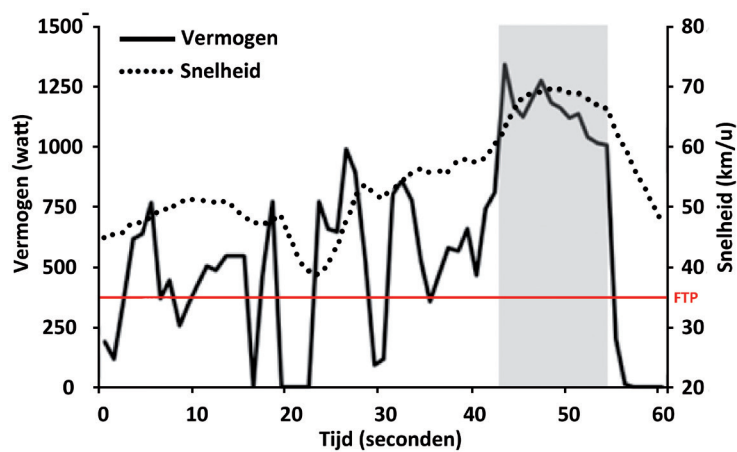
Figuur 2 toont aan dat hoogintensieve inspanningen een belangrijk deel van een wedstrijd zijn. Tijdens criteriums bleken de renners gedurende 33% van de totale wedstrijdduur een vermogen $\geq 5,0$ Watt/kg lichaamsgewicht te produceren. Dit ligt dicht bij de gemiddelde FTP van een profrenner. In een heuvelachtige wedstrijd was dit 20% en in een vlakke race 15% (zie figuur 2).

Bovendien sprintte een renner tijdens een criterium maar liefst 70 keer met een vermogen hoger dan MAP. Tijdens een heuvelachtige en vlakke wedstrijd was dit respectievelijk 40 en 20 keer. Het is voor te stellen dat in Nederlandse criteriums, waarin na elke bocht hard wordt aangezet, het aantal sprints boven MAP hoger is.

Dat het anaerobe systeem een belangrijk aandeel heeft in wielervedstrijden ook Menaspà et al.¹⁷ zien. De FTP

van een sprinter ligt (uitgaande van 5 Watt/kg) over het algemeen rond de 350 à 400 Watt.⁸ Uit figuur 3 is op te maken dat een renner tijdens de laatste minuut van een massasprint een aantal keren een explosieve inspanning levert die ruim boven FTP ligt.

Het feit dat renners kunnen profiteren van anderen door uit de wind te zitten en dat wedstrijden worden beslist tijdens kritieke perioden, leidt er toe dat



Figuur 3. Voorbeeld van vermogen en snelheid geregistreerd aan het einde van een wegwedstrijd van één renner. De eindsprint is gemarkeerd. Aan de grafiek van Menaspà¹⁷ is de rode lijn van de geschatte FTP waarde toegevoegd.

renners met een lagere FTP of een minder hoge VO_2max , maar met een goed koersinzicht en een sterk anaeroob vermogen toch (of juist?) kunnen winnen.¹⁸ Het lijkt dan ook onverstandig om renners alleen te beoordelen op grond van FTP-, MAP- of VO_2max -waarden. Des te meer reden om na te

gaan hoe goed een renner presteert op andere kritieke perioden.

Welke kritieke perioden kunnen we onderscheiden?

Doordat wegwedstrijden zo dynamisch zijn, is er weinig bekend over de exacte duur van kritieke perioden. Het is bijvoorbeeld moeilijk te beoordelen waar een kritieke periode begint en eindigt. Bovendien zijn deze perioden niet voor elke renner hetzelfde. Toch kunnen we het continuüm van kritieke perioden, op grond van specifieke wedstrijdssituaties en de energiesystemen die hierbij worden aangewend, grofweg verdelen in drie tijdspannes: korte, middellange en lange kritieke perioden.

Kort: 5 t/m 60 seconden

Dat sprints een belangrijke rol spelen in het wegwielrennen blijkt alleen al uit het feit dat ongeveer een derde van de etappes in de Tour de France, de Giro d'Italia en de Vuelta a Es-

paña specifiek ontworpen zijn voor sprinters.¹⁹ De acceleratie tijdens een eindsprint, die zeker in kleine groepen vaak beslissend is, duurt meestal zo'n 5 seconden. Dit kan gezien worden als een goede maat voor het neuromusculaire vermogen.⁸ De lengte van een normale sprint ligt rond de 15 secon-

den¹⁷, waarbij de energievoorziening primair anaeroob a-lactisch is. Duurt deze sprint echter langer, dan wordt met 30 seconden voornamelijk het sprintuithoudingsvermogen c.q. het anaerobe lactische vermogen aangesproken.²⁰ De 60-secondenwaarde is een goede indicator van het prestatievermogen voor de laatste kilometer van een wedstrijd¹⁹ of een felle demarage en is een graadmeter voor de anaerobe lactische capaciteit.²¹

Middellang: >1 tot 10 minuten

Kritieke perioden tussen 60 seconden en 10 minuten waarin maximaal gepresteerd wordt, zorgen in een wegwedstrijd vaak voor de beslissende wending.^{19,20} Dikwijls gaat het om een periode van 4 tot 5 minuten.²² Het zijn de momenten dat 'de slag wordt gemaakt'. Het parcours bepaalt vaak wanneer een kritieke periode zich voordoet. Zo zijn de beklimming van de Paterberg in de Ronde van Vlaanderen (~1 minuut), de Muur van Hoei in de Waalse Pijl (~2 ½ minuut), het Carrefour de l'Arbre in Parijs-Roubaix (~3 minuten), de Côte de la Redoute in Luik-Bastenaken-Luik (~5 minuten) en in Nederland de formatie van een waaier in een waaierklassieker allemaal voorbeelden van momenten waarop het terrein medebepalend is voor het ontstaan van een kritieke periode. Tijdens deze middellange inspanningen is de anaerobe component van het geleverde vermogen nog steeds aanzienlijk. Hoe langer de inspanning echter duurt, des te meer het aerobe vermogen van de renner een rol gaat spelen.

Lang: 10 minuten tot 1 uur

Hoewel het gemiddelde vermogen over een uur zelden de scherprechter in een koers zal zijn, kan ook FTP beschouwd worden als een kritieke periode. Uitzonderingen waar FTP wel een doorslaggevende factor is, zijn een lange tijdrif en een lange beklimming. Hoewel de slag in een wedstrijd vaak

valt binnen een korte of middellange periode, is het duidelijk dat de intensiteit van de inspanning vaak al hoog is voordat de feitelijke kritieke periode daadwerkelijk aanvangt. Ook nadat de slag gevallen is blijft het tempo hoog. Het overleven van dit soort situaties stelt een bepaalde ondergrens aan de

FTP van een renner. Zo stellen Allen & Coggan dat een profwielrenner minimaal een FTP van 5,15 Watt/kg moet hebben om zich te kunnen handhaven.⁸

Het testen van kritieke perioden

Op basis van het bovenstaande concluderen we dat het kan lonen om de

Protocol Power Profile test – Allen & Coggan – deel I			
	tijd	omschrijving	% van FTP
warming-up	~ 45 min	rustig fietsen	65
	3 x 1 min (1 min herstel)	hoge trapfrequentie 110 rpm	80-90
kern	5 min	FTP inspanning	100
	3-5 min	herstel	60-70
	1 min	maximale inspanning	> 150
	3-5 min	herstel	60-70
	10 min	rustig fietsen	70-80
	5 min	uit het zadel maximale inspanning vanuit 32 km/u, versnellen in de laatste 45 sec.	> 110-120
	10 min	herstel	60-70
	1 min	uit het zadel maximale inspanning vanuit 32 km/u, laatste stuk in het zadel	> 150
	5 min	herstel	60-70
	1 min	maximale inspanning	> 150
	5 min	herstel	60-70
	2 x 15 sec sprint (2 min herstel)	uit het zadel maximale inspanning vanuit 24 km/u	maximale inspanning
	cooling-down	15 min	rustig fietsen

Tabel 1a. Protocol Power Profile test van Allen & Coggan.⁸ De gekleurde rijen markeren de kritieke perioden in de test.

Protocol FTP test – Allen & Coggan – deel II			
	tijd	omschrijving	% van FTP
warming-up	20 min	rustig fietsen	65
	3 x 1 min (1 min. herstel)	hoge trapfrequentie 100 rpm	n.v.t.
	5 min	rustig fietsen	65
kern	5 min	maximale inspanning	maximale inspanning
	10 min	rustig fietsen	65%
	20 min	tijdrif	maximale inspanning
cooling-down	10-15 min	rustig fietsen	65%

Tabel 1b. Protocol FTP test van Allen & Coggan.⁸ De gekleurde rijen markeren de kritieke perioden in de test.

Protocol AIS Power Profile test		
	tijd	omschrijving
warming-up	5 min	100-250 Watt met 2 sprints van 3 sec op 70 en 80% van maximaal
kern	6 sec	maximale inspanning, licht verzet, staande start
	54 sec	actief herstel: 50-100 Watt
	6 sec	maximale inspanning, zwaar verzet, staande start
	174 sec	actief herstel: 50-100 Watt
	15 sec	maximale inspanning, rollende start 70-80 rpm
	225 sec	actief herstel: 50-100 Watt
	30 sec	maximale inspanning, rollende start 70-80 rpm
	330 sec	actief herstel: 50-100 Watt
	1 min	maximale inspanning, rollende start 70-80 rpm
	480 sec	actief herstel: 50-100 Watt
	4 min	maximale inspanning, rollende start 70-80 rpm
	600 sec	actief herstel: 50-100 Watt
	10 min	maximale inspanning, rollende start 70-80 rpm

Tabel 2. Protocol AIS Power Profile test.²³ De gekleurde rijen markeren de kritieke perioden in de test.

vermogens die een renner gedurende de verschillende kritieke perioden kan leveren in kaart te brengen. Hieronder worden daarom drie zogeheten *Power Profile* testen van achtereenvolgens 1) Allen & Coggan, 2) het Australian Institute of Sport (AIS) en 3) het World Cycling Centre (WCC) beschreven en vergeleken. In de beschrijving staan twee vragen centraal:

1. Welk protocol hanteert de test?
2. Welke benchmarks worden gebruikt om het prestatieniveau van een renner te bepalen?

Protocollen

De *Power Profile* test van Allen & Coggan⁸ bestaat uit twee delen die op verschillende dagen worden uitgevoerd. In het eerste deel (zie tabel 1a) wordt er getest op 15 seconden (voor de 5 seconden benchmark) en 1 en 5 minuten. Het tweede deel van de test (zie tabel 1b) bestaat uit 5 en 20 minuten. Allen & Coggan berekenen het FTP door het gemiddelde vermogen over 20 minu-

ten te vermenigvuldigen met 0,95.

De *AIS Power Profile test* (zie tabel 2) is zeer uitgebreid, maar duurt slechts een uur. In tegenstelling tot de test van Allen & Coggan wordt er gestart met de explosievere inspanningen (6, 15, 30 en 60 seconden) en wordt er afgesloten met de duurinspanningen (4 en 10 minuten).^{18,23} In de AIS test wordt de FTP berekend op basis van de 1-, 4- en 10-minutenwaarde. De formule die hierbij gehanteerd wordt is:

$$P = W' \cdot (1 / t) + CP$$

waarbij P = vermogen, W' = de vaste hoeveelheid energie in kJ boven Critical Power, t = tijd in seconden en CP = Critical Power.²³

De *WCC Power Profile test* (zie tabel 3) is ontwikkeld om talenten te identificeren en heeft een eenvoudig protocol.^{24,25} De test bestaat uit drie sprints (twee keer 6 seconden en één keer 30 seconden) en een duurinspanning van 4 minuten. In de WCC Test is geen lange kritieke periode opgenomen en FTP wordt dan ook niet berekend.

Benchmarks

Om de sterke en zwakke punten van een renner te identificeren kunnen tabellen met normwaarden ('benchmarks') worden gebruikt. Daarmee worden de prestaties van een renner afgezet tegen die van zijn concurrenten. Zulke benchmarks zijn beschikbaar voor de test van Allen & Coggan (zie tabel 4) en voor de WCC Test (zie tabel 5). Hoe ze tot stand zijn gekomen en op welke data ze zijn gebaseerd is niet helemaal duidelijk. Allen & Coggan⁸ geven zelf aan dat zij de boven-

Protocol WCC Power Profile test		
	tijd	omschrijving
warming-up	17 min	rustig fietsen
kern	6 sec	maximale inspanning
	234 sec	actief herstel
	6 sec	maximale inspanning
	234 sec	actief herstel
	30 sec	maximale inspanning
	330 sec	actief herstel
	4 min	maximale inspanning

Tabel 3. Protocol voor de WCC Power Profile test.²⁴ De gekleurde rijen markeren de kritieke perioden in de test.

en ondergrens van hun tabel hebben gebaseerd op 'de prestaties die bekend zijn van wereldkampioenen en van ongetrainde personen'. Deze range is vervolgens gesplitst in niveaus van 'ongetraind' naar 'wereldrecord' en geboekstaafd met data uit de eigen praktijk van Hunter Allen. De benchmarks voor de WCC Power

Benchmarks Power Profile test Allen & Coggan: gemiddeld vermogen in Watt/kg								
	mannen				vrouwen			
classificatie	5 sec	1 min	5 min	FTP	5 sec	1 min	5 min	FTP
wereldrecord	25,18	11,50	7,60	6,40	19,42	9,29	6,74	5,69
wereldklasse	24,00	11,04	7,19	6,04	18,56	8,93	6,36	5,36
exceptioneel	22,22	10,35	6,57	5,51	17,26	8,38	5,79	4,87
uitstekend	20,44	9,66	5,95	4,98	15,97	7,84	5,21	4,38
zeer goed	18,66	8,97	5,33	4,44	14,68	7,30	4,64	3,88
goed	16,59	8,17	4,60	3,82	13,17	6,66	3,98	3,31
matig	14,81	7,48	3,98	3,29	11,88	6,12	3,40	2,82
heel matig	13,04	6,79	3,36	2,75	10,58	5,57	2,83	2,32
ongetraind	10,08	5,64	2,33	1,86	8,43	4,67	1,88	1,50

Tabel 4. Benchmarks voor de Power Profile test van Allen & Coggan.⁸ Zie voor een volledige tabel: <https://bit.ly/2w7EuQC>.

Benchmarks WCC Power Profile test: vermogen in Watt/kg				
	classificatie			
	normaal	hoog	junior	elite
kritieke periode	mannen – sprint			
6 sec, piek	7,0-11,0	11,0-21,5	22,5-23,5	23,5-25,5
30 sec, gemiddeld	6,0-8,5	8,5-10,5	11,5-12,5	12,5-13,5
	vrouwen – sprint			
6 sec, piek	6,0-9,0	9,0-16,5	17,5-18,5	18,5-19,5
30 sec, gemiddeld	5,0-7,0	7,0-8,0	9,0-10,0	10,0-11,0
	mannen – duur			
4 min, gemiddeld	2,5-6,0	–	6,0-7,0	6,5-7,5
	vrouwen – duur			
4 min, gemiddeld	1,5-4,0	–	4,0-5,0	4,5-5,5

Tabel 5. Benchmarks voor de WCC Power Profile test.²⁶

Profile test zijn gebaseerd op twee onderzoeken van Gonzalez-Tablas^{24,25}, waarin respectievelijk een groep van 126 (91 mannen en 35 vrouwen) en een groep van 469 mannen van internationaal eliteniveau zijn getest. Hoe de gevonden waarden in deze onderzoeken zijn vertaald naar de benchmarktabel is echter niet bekend.

De benchmarks voor de AIS test zijn, voor zover bekend bij de auteurs van dit artikel, niet gepubliceerd.

Kritieke perioden

Tabel 6 geeft een overzicht van de kritieke perioden van de drie verschillende testen. Het valt op dat zowel de test van Allen & Coggan als de WCC

test zich beperken tot twee korte kritieke perioden, terwijl de AIS test vier verschillende perioden in kaart brengt. Met 'slechts' twee perioden zijn de test van Allen & Coggan en de WCC test

kritieke perioden	Allen & Coggan	AIS	WCC
kort (5 t/m 60 sec)	5 sec (uit 15 sec sprint)	5 sec	6 sec
	15 sec (zonder benchmark)	15 sec	–
	–	30 sec	30 sec
	1 min	1 min	–
middellang (> 1 tot 10 min)	5 min	4 min	4 min
lang (10 min t/m een uur)	20 min FTP: 0,95 x Power20'	10 min FTP: obv 1, 4 en 10 min	–

Tabel 6. Vergelijking tussen de kritieke perioden van drie verschillende Power Profile testen (Allen & Coggan, AIS en WCC).

derhalve te beperkt om gerichte sturing te kunnen geven aan het prestatievermogen van een renner binnen het bereik van de korte kritieke perioden.

De AIS test is in deze zin geschikter.

Aangezien beslissingen in wedstrijden vaak geforceerd worden in een periode van 4 of 5 minuten en deze periode tevens een goede indicator is voor VO_{2max} ^{3,27}, is een dergelijke inspanningsperiode

terug te vinden in alle drie de testen. Het bepalen van FTP is een goede indicatie voor het aerobe prestatievermogen van een renner. Het leveren van een maximale inspanning van een uur is echter niet praktisch en resulteert in een te zware fysieke en mentale belasting van de renner. Dit kan worden ondervangen door FTP te berekenen op basis van kortere inspanningsperiodes dan een uur. Allen & Coggan berekenen FTP door het vermogen dat een renner levert over 20 minuten te vermenigvuldigen met 0,95. Het risico hiervan is dat dit leidt tot een overschatting van FTP voor renners met meer aanleg voor anaerobe prestaties.²⁸ Een renner met een grote anaerobe capaciteit kan deze namelijk wel aanwenden tijdens een tijdrit over 20 minuten, maar minder over een periode van een uur. Ditzelfde probleem

doet zich voor bij de AIS test, waarin de 1-, 4- en 10-minutenwaarden worden gebruikt om FTP te berekenen. Een mogelijke oplossing is het combineren van bijvoorbeeld een 4-minutenwaarde met het vermogen geleverd over 20 minuten.²⁹ Hierdoor kan een betere inschatting worden gemaakt van de anaerobe bijdrage tijdens de inspanning over 20 minuten. Zo heeft een renner die 300 Watt levert over 20 minuten volgens Allen & Coggan een FTP van $0,95 * 300 = 285$ watt. Door de 4-minutenwaarde erbij te betrekken kan de FTP (CP60) echter variëren tussen bijvoorbeeld 275 ($W' = 12$ Kj) en 290 watts ($W' = 26$ Kj), een significant verschil (berekeningen met CP en W' Estimator, Golden Cheetah versie 3.4).

Herstel en maximale waarden

Bij Power Profile testen zijn we vooral geïnteresseerd in de vraag hoe hard een renner nu werkelijk kan fietsen tijdens de gedefinieerde inspanningsperiodes. Uiteraard wordt een wedstrijd niet beslist in één kritieke periode. Een renner levert tijdens een wedstrijd vaak herhaaldelijk grote inspanningen. Om te kunnen winnen moet een renner allereerst voldoende vermogen kunnen produceren om een rol te kunnen spelen tijdens de wedstrijd. Kan deze renner een sprint winnen? Kan hij meespringen in een ontsnapping? Kan hij hard genoeg bergop te rijden? Pas als dat eenmalig het geval is, wordt de vraag van belang of hij dat ook meerdere keren kan.

Bij het opstellen van een testprotocol is het dan ook belangrijk dat de werkelijk maximale vermogenswaarden op alle kritieke perioden zo efficiënt en effectief mogelijk worden bepaald *zonder dat vermoeidheid de uitkomsten vertekent*. Volledig herstel tussen de kritieke inspanningen is dus een belangrijke voorwaarde voor een goed protocol. Het overzichtsartikel van Driss & Vandewalle²¹ biedt daarvoor goede handvatten. Zo blijkt dat de zuurgraad van

de spieren na een maximale inspanning van 30 seconden slechts langzaam herstelt. De onderzoekers stellen zelfs dat herhaalde maximale sprintinspanningen van 30 seconden of meer in één sessie niet mogelijk zijn zonder dat de kwaliteit van de inspanning afneemt. Aan de voorwaarden van volledig herstel lijkt zowel de test van Allen & Coggan als de AIS test niet te voldoen. In de test van Allen & Coggan moet een renner maar liefst drie keer 60 seconden voluit gaan (en daarna nog twee keer 15 seconden sprints), soms zelfs met een herstelpauze van slechts vijf minuten. Ook in de AIS test is de herstelmogelijkheid tussen kritieke periodes van 30 seconden, 1 minuut en 4 minuten onvoldoende.

Daarnaast bevat een goed protocol een zo gering mogelijk aantal intervallen, zodat cumulatieve vermoeidheid wordt vermeden. Om toch alle kritieke periodes te kunnen testen is het dan ook een goed idee om een test te splitsen in twee delen. De splitsing van de test in een anaeroob en een aeroob deel, zoals Allen & Coggan doen, is hier een goed voorbeeld van. Daarentegen vergt de AIS test met zijn grote aantal intervallen mogelijk te veel van een renner.

Benchmarks

Hoewel de herkomst ervan en de context waarin ze tot stand zijn gekomen niet goed te achterhalen zijn, worden de beschikbare benchmarks in de praktijk geaccepteerd als solide normen. Een belangrijk punt van kritiek hierbij is het uitdrukken van de normen in Watts per kilogram lichaamsgewicht. Bij prestaties op hoge snelheid is namelijk niet het relatieve vermogen, maar vooral het absolute vermogen van belang.³⁰ Op de vlakke weg ligt de snelheid vrijwel altijd hoog, zeker tijdens de korte kritieke periodes. Het vergelijken van deze prestaties door middel van het relatieve vermogen van renners resulteert in een vertekend beeld.

Talenterkenning

Als een Power Profile test gebruikt wordt voor het monitoren en sturen van het totale prestatievermogen van een renner, dan is informatie over het geleverde vermogen over alle kritieke perioden van belang. Ligt de focus op talenterkenning, dan kan het aantal kritieke perioden teruggebracht worden.

De WCC test is specifiek ontworpen voor talenterkenning. Het ligt dan ook voor de hand om in deze test kritieke periodes op te nemen waarbij de prestatie vooral bepaald wordt door genetische aanleg. Uit onderzoek van Costa³¹ komt naar voren dat de maximale prestatie op korte inspanningen van enkele seconden voor 74% verklaard kan worden door genetische aanleg. Wordt een sprint echter langer, dan gaat genetische aanleg een steeds kleinere rol spelen. Hoewel VO_2max en daarmee de prestatie op 4 minuten een sterke genetische component heeft (40 tot 70%, afhankelijk van het onderzoek³¹), is het ook bekend dat er grote verschillen zijn tussen individuen wat betreft de trainbaarheid ervan.³² De kans dat de test de mate van getraindheid meet in plaats van 'puur' talent is daardoor groot. De trainingspraktijk wijst uit dat FTP gedurende het seizoen, afhankelijk van de trainingsstatus, flink fluctueert.³ Het is dan ook logisch dat de WCC test geen lange kritieke periodes bevat, maar alleen de korte periodes in kaart brengt. Maar zoals gezegd spelen ook daarbij omgevingsfactoren zoals getraindheid en toegang tot coaches en faciliteiten een zekere rol.³¹ Daarnaast kan gebrek aan een bepaald talent soms heel goed gecompenseerd worden door talenten op andere vlakken.³³ Een andere beperking van de WCC test is dat hij niet zegt hoe een renner zich kan ontwikkelen in de toekomst. In lijn met Van Rossum³³ lijkt het dan ook verstandiger om deze Power Profile test in te zetten om talent te *ontwikkelen* en niet om talent te *selecteren*.

Vervolg

In het volgende deel van dit artikel wordt het nieuw ontwikkelde Power Speed Profile gepresenteerd en wordt beschreven hoe dit profiel bepaald kan worden. Het Power Speed Profile model ondervangt het grootste bezwaar tegen de huidige Power Profile testen, namelijk dat prestaties worden uitgedrukt in Watts per kilogram, oftewel als relatief vermogen. Daarnaast wordt een verbeterd testprotocol geïntroduceerd en maakt een eenvoudige online tool het mogelijk om scherper te bepalen of een renner aanleg heeft voor sprints, klimmen of tijdrijden en hoe een renner zich op deze disciplines ontwikkelt.

Referenties

1. Het Laatste Nieuws, 28 mei 2018. 18-jarig Belgisch supertalent wellicht binnen enkele weken prof: Ik trap wattages zoals Froome.
2. Allen H & Coggan AR (2006). *Training and racing with a Power Meter*. Velopress.
3. Faria EW, Parker DL & Faria IE (2005). The science of cycling. *Sports Medicine*, 35 (4), 285-312.
4. Amann M, Subudhi AW & Foster C (2006). Predictive validity of ventilatory and lactate thresholds for cycling time trial performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 16 (1), 27-34.
5. Padilla S et al. (2000). Scientific approach to the 1-h cycling world record: a case study. *Journal of Applied Physiology*, 89 (4), 1522-1527.
6. Costa VP et al. (2017). Functional threshold power in cyclists: validity of the concept and physiological responses. *International Journal of Sports Medicine*, 39 (10), 737-742.
7. Valenzuela PL et al. (2018). Is the Functional Threshold Power (FTP) a valid surrogate of the lactate threshold? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, E-pub ahead of print, doi: 10.1123/ijspp.2018-0008.
8. Allen H & Coggan AR (2010). *Training and racing with a Power Meter (2nd edition)*. Velopress.
9. Gastin PB (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Medicine*, 31 (10), 725-741.
10. Hall MM et al. (2016). Lactate: friend or foe. *PM & R*, 8 (3), S8-S15.
11. Pinot J & Grappe F (2014). Determination of maximal aerobic power on the field in cycling. *Journal of Science and Cycling*, 3 (1), 26-31.
12. Bishop D, Jenkins DG & Mackinnon LT (1998). The relationship between plasma lactate parameters, W_{peak} and 1-h cycling performance in women. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30 (8), 1270-1275.
13. Lucia A et al. (2002). Inverse relationship between VO_{2max} and economy/efficiency in world-class cyclists. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34 (12), 2079-2084.
14. Debraux P et al. (2011). Aerodynamic drag in cycling: methods of assessment. *Sports Biomechanics*, 10 (3), 197-218.
15. Blocken B et al. (2018). Aerodynamic drag in cycling pelotons: New insights by CFD simulation and wind tunnel testing. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 179, 319-337.
16. Ebert TR et al. (2006). Power output during a professional men's road-cycling tour. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1 (4), 324-335.
17. Menaspà P et al. (2013). Physiological demands of road sprinting in professional and U23 cycling. A pilot study. *Journal of Science and Cycling*, 2 (2), 35.
18. Quod MJ et al. (2010). The power profile predicts road cycling MMP. *International Journal of Sports Medicine*, 31 (6), 397-401.
19. Menaspà P et al. (2015). Physical demands of sprinting in professional road cycling. *International Journal of Sports Medicine*, 36 (13), 1058-1062.
20. Beneke R et al. (2002). How anaerobic is the Wingate Anaerobic Test for humans? *European Journal of Applied Physiology*, 87 (4-5), 388-392.
21. Driss T & Vandewalle H (2013). The measurement of maximal (anaerobic) power output on a cycle ergometer: a critical review. *BioMed Research International*, doi: 10.1155/2013/589361.
22. Abbiss CR et al. (2013). Distribution of power output when establishing a breakaway in cycling. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8 (4), 452-455.
23. Tanner R & Gore C (2012). *Physiological tests for elite athletes (2nd edition)*. Human Kinetics.
24. Gonzalez-Tablas A, Martin-Santana E & Torres M (2016). Designing a cost-effective power profile test for talent identification programs. *Journal of Science and Cycling*, 5 (2).
25. Gonzalez-Tablas A & Martin-Santana E (2017). WCC-PPT protocol: talent identification references male-endurance cyclists per continent (2013-2016). *Journal of Science and Cycling*, 6 (3).
26. UCI/WCC Power Profile Test (n.d.). Retrieved from: <https://cdn.wattbike.com/uploads/uk/docs/UCI-power-profile-test.pdf>
27. Laursen PB, Shing CM & Jenkins DG (2003). Reproducibility of the cycling time to exhaustion at $\dot{V}O_{2peak}$ in highly trained cyclists. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 28 (4), 605-615.
28. Skiba PF et al. (2012). Modeling the expenditure and reconstitution of work capacity above critical power. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44 (8), 1526-1532.
29. MacInnis MJ, Thomas AC & Phillips SM (2018). The reliability of 4-min and 20-min time trials and their relationships to functional threshold power in trained cyclists. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, Epub ahead of print, doi: 10.1123/ijspp.2018-0100.
30. Dijk H van et al. (2016). *Het geheim van wielrennen*. NedRUN.
31. Costa AM et al. (2012). Genetic inheritance effects on endurance and muscle strength. *Sports Medicine*, 42 (6), 449-458.
32. Hautala AJ et al. (2006). Individual differences in the responses to endurance and resistance training. *European Journal of Applied Physiology*, 96 (5), 535-542.
33. Rossum JHA van (2018). NOC*NSF vervangt LTAD-model door eigen visie. *Sportgericht*, 72 (4), 26-31.

Over de auteurs

Marco van Bon is wielrentrainer/-coach en auteur van het boek *Wielrentraining*. Meer informatie over hem vind je op vanbon-cycling.com. Vragen of opmerkingen over dit artikel? Stuur een bericht via Twitter @marcovanbon of e-mail naar marcovanbon@gmail.com. Guido Vroemen is medisch bioloog en sportarts en runt zijn eigen praktijk SMA Midden Nederland te Amersfoort, waar hij zich vooral richt op de begeleiding van duursporters. Verder is hij als sportarts verbonden aan de Nederlandse Triathlon Bond (NTB) en de Pro-Continental wielerploeg Roompot Nederlandse Loterij. Twitter: @sportarts / e-mail: guido@sportarts.org.