

Het Geheim van Wielrennen

De grens van het menselijk vermogen

Regelmatig wordt de vraag gesteld wat de grens van het menselijk vermogen is? Is het mogelijk de 100 meter in 9 seconden te lopen of de Alpe d'Huez te beklimmen in 30 minuten? Hierbij wordt soms ook de discussie over doping betrokken. Welke prestaties zijn nog wel 'schoon' mogelijk en welke zijn verdacht?

Ook hier hebben wij gekozen voor een benadering die voortkomt uit onze ervaringen bij het hardlopen.

De wereldrecords bij het hardlopen

In het Geheim van Hardlopen hebben we enige tijd geleden laten zien dat alle toenmalige wereldrecords bij het hardlopen bij afstanden vanaf 1500 meter zeer nauwkeurig overeenkomen met een VO_2 max van orde 88 ml/kg/min voor mannen en 78 ml/kg/min voor vrouwen. Eliud Kipchoge heeft het wereldrecord marathon inmiddels op 2:01:40 gezet. Dat maakt onze conclusie niet anders.

Wereldrecords mannen			
Afstand	Tijd	Naam	VO_2 max
800 m	1:40.91	David Rudisha	92,8
1500 m	3:26.00	Hicham El Guerrouj	89,0
3000 m	7:20.67	Daniel Komen	87,4
5000 m	12:37.35	Kenenisa Bekele	87,9
10 km	26:17.53	Kenenisa Bekele	88,5
15 km	00:41:13	Leonard Komon	87,2
20 km	00:55:21	Zersenay Tadese	88,3
21,1 km	00:58:23	Zersenay Tadese	88,7
25 km	01:11:18	Dennis Kimetto	87,1
30 km	01:27:38	Patrick Makau	86,1
42,2 km	02:02:57	Dennis Kimetto	88,1

Wereldrecords vrouwen

Afstand	Tijd	Naam	VO ₂ max
800 m	1:53.28	Jarmila Kratochvilova	82,9
1500 m	3:50.46	Yunxia Qu	79,4
3000 m	8:06.11	Junxia Wang	79,4
5000 m	14:11.15	Tirunesh Dibaba	78,1
10 km	29:31.78	Junxia Wang	78,9
15 km	00:46:28	Tirunesh Dibaba	77,4
20 km	01:02:36	Mary Keitany	78,3
21,1 km	01:05:12	Florence Kiplagat	78,8
25 km	01:19:53	Mary Keitany	77,7
30 km	01:38:23	Lilya Shobukhova	78,1
42,2 km	02:15:25	Paula Radcliffe	80,4

Omdat hardlopen wereldwijd één van de meest beoefende sporten is en de records nog slechts marginaal verbeterd worden, en dan nog in speciaal geregisseerde recordraces, lijkt het ons reëel om te stellen dat de waarden van 88 en 78 ml/kg/min wel min of meer de grenzen van het menselijk vermogen weergeven. Met de theorie uitgelegd in onze eerdere artikelen op TriPro kunnen we de ADV-waarden uitrekenen die hiermee equivalent zijn, zie de box.

Grenzen vanuit hardlopen

VO₂ max = 88 ml/kg/min (mannen)

ADV = 6,35 Watt/kg (mannen)

VO₂ max = 78 ml/kg/min (vrouwen)

ADV = 5,63 Watt/kg (vrouwen)

De Power Profiles

Een andere benadering is natuurlijk om te kijken naar de ervaringen in het wielrennen zelf. Hier vormen de Power Profiles de meest gebruikte bron. De maximale waarden hiervan blijken heel goed overeen te stemmen met de waarden die we hierboven afgeleid hebben, zie de box.

Grenzen Power Profiles

ADV = 6,40 Watt/kg (mannen)

ADV = 5,69 Watt/kg (vrouwen)

Kloppen deze waarden ook met de biochemie?

Wij wilden ook wel eens weten of de grenswaarde van 6,4 Watt/kg ook theoretisch te begrijpen is. Klopt dit getal met de vermogens van de 4 menselijke motoren? We hebben daartoe de vermogens van de 4 energiesystemen theoretisch afgeleid, door het aantal mmol ATP/s te vermenigvuldigen met de energieproductie van ATP (81 kJ/mol) en het spierrendement van 0,25 en te delen door een (afgetraind) gewicht van 60 kg. Het resultaat is weergegeven in de tabel.

Vermogen van de 4 motoren		P mmol ATP/s	P/m Watt/kg
ATP/CP			
ATP → ADP	$C_{10}H_{16}N_5O_{13}P_3$	73	24,64
Anaerobe omzetting glycogeen			
$C_6H_{12}O_6 + 3ADP \rightarrow 2C_3H_6O_3 + 3ATP$		40	13,50
Aerobe omzetting glycogeen			
$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 38ADP \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 38ATP$		23	7,76
Aerobe omzetting vetzuren			
$CH_3(CH_2)_{14}COOH + 23O_2 + 130ADP \rightarrow 16CO_2 + 16H_2O + 130ATP$		7	2,36

Uit de tabel kunnen we de theoretisch maximale ADV afleiden op basis van 74% inzet van glycogeen en 26% inzet van vetzuren, zie de box.

Grens biochemisch vermogen

ADV = $0,74 \cdot 7,76 + 0,26 \cdot 2,36 = 6,36$ Watt/kg

Conclusie grenzen menselijk vermogen

Wij komen tot de conclusie dat alle drie de benaderingen (die vanuit de wereldrecords van het hardlopen, die van de Power Profiles en die vanuit de biochemie) tot dezelfde uitkomst leiden, namelijk dat de grens van het menselijk prestatievermogen rond de 6,4 Watt/kg ligt voor mannen en 5,7 Watt/kg voor vrouwen.

We hebben daarom een tabel opgesteld om de prestaties naar niveau in te delen, analoog aan de indeling van prestaties in de atletiek.

Grens vermogen mannen		ADV
Niveau		Watt/kg
Wereldtop	100%	6,4
Internationaal	90%	5,8
Nationaal	80%	5,1
Regionaal	70%	4,5
Liefhebber	60%	3,8
Redelijk	50%	3,2
Ongetraind	40%	2,6
Slecht	30%	1,9
Zeer slecht	20%	1,4

Grens vermogen vrouwen		ADV
Niveau		Watt/kg
Wereldtop	100%	5,7
Internationaal	90%	5,1
Nationaal	80%	4,6
Regionaal	70%	4,0
Liefhebber	60%	3,4
Redelijk	50%	2,8
Ongetraind	40%	2,3
Slecht	30%	1,7
Zeer slecht	20%	1,1

In de verdere artikelen voor TriPro en ook bij onze calculatoren op www.hetgeheimvanwielrennen.nl rekenen we met deze grenzen en indeling in niveau, zodat we voor elke prestatie kunnen uitrekenen met welke prestatie-index deze overeenkomt.

Je kunt het effect van alle factoren op je prestaties nalezen in ons boek

Het Geheim van Wielrennen

Op zoek naar tips om een snellere en completere wielrenner te worden?

Dan is Het Geheim van Wielrennen een absolute must!

Een naslagwerk met een vernieuwende kijk op wielrennen en de grenzen van het prestatievermogen.

Van de schrijvers van Het Geheim van Hardlopen en Hardlopen met Power!.

Het Geheim van Wielrennen is voor de betere ereaders beschikbaar

als ePub3 in fixed format, ISBN 978-90-821069-6-1

In het Engels is The Secret of Cycling beschikbaar in print en diverse ebook formaten,

als ISBN 978-1-78255-108-9.

Ook uitgegeven in het Duits, Spaans en Italiaans.

Hans van Dijk, Ron van Megen en Guido Vroemen

www.hetGeheimvanWielrennen.nl