

Op 9 januari jl. verdedigde Teun van Erp, *embedded scientist* van team Sunweb, zijn proefschrift 'Load, intensity and performance in professional road cycling' aan de Vrije Universiteit in Amsterdam. Wat zijn de belangrijkste inzichten uit het onderzoek?

Belasting, intensiteit en prestatie in het profwielrennen

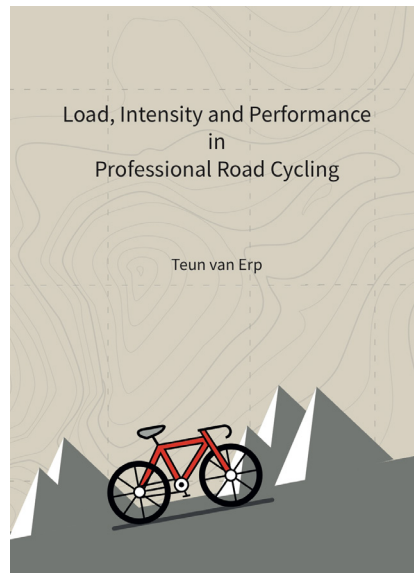
Sportwetenschapper Teun van Erp promoveert

Jurgen van Teeffelen

'Fysiologisch onmogelijk. Buitenaards.' Het zijn woorden die in de media opduiken wanneer een coureur ogenschijnlijk moeiteloos op het buitenblad een steile Alpe d'Au opfietst. Bij gebrek aan betrouwbare data moet de dienstdoende commentator in zijn oordeel meestal afgaan op zijn subjectieve waarneming. Want hoewel vermogens- en hartslagmeters tegenwoordig tot de standaarduitrusting van een profwielrenner behoren, worden de data die ze opleveren slechts mondjesmaat met de buitenwereld gedeeld. Het maakt Van Erps proefschrift uniek: de kersverse doctor kon namelijk putten uit vier jaar aan data van de Sunweb profwielploeg.

Optimale belasting

Doel van het promotieonderzoek was om aan de hand van de vergaarde data te bepalen wat voor een profrenner of -renster de optimale belasting is om goed te presteren. Deze informatie vormt de sleutel tot succes: een sporter zo laten trainen dat hij of zij steeds beter wordt, maar er wel voor waken dat er teveel gedaan wordt en het blessure- en/of ziekterisico te groot wordt.



Grip krijgen op het verband tussen de externe trainingsbelasting (de belasting die de trainer in zijn programma voor de renner aangeeft, zoals het aantal kilometers) en de interne belasting (de fysiologische reactie die door de training wordt uitgelokt en door de renner zelf wordt ervaren) is hierbij van grote waarde. Het FITT principe (de frequentie, de intensiteit, de duur (time) en het type van de training) geeft de trainer 'knoppen om aan te draaien'. Maar omdat 1) elke sporter anders reageert op een voorgeschreven training en 2) dezelfde sporter ook divers kan reageren op een identieke prikkel, is het op de juiste manier kunnen monitoren van de belasting buitengewoon belang-

rijk. 'Waar moet je dan naar kijken, wat is een goede belastingsmaat in het professionele wielrennen?' vraagt Van Erp zich in zijn inleidende hoofdstuk af. Het is een vraag waar bestaand wetenschappelijk onderzoek onvoldoende antwoord op heeft gegeven. Vooral de vrouwen komen er bekaaid vanaf, want studies bij profrensters blijken dun gezaaid.

Dumoulin

Om de optimale trainingsbelasting voor een individuele wielrenner te bepalen, is het verstandig om eerst naar de koers zelf te kijken: wat vraagt die precies van een renner? Een grote ronde vormt hierbij de ultieme fysiologische uitdaging. Is de Ronde van Frankrijk inderdaad zwaarder dan de Giro en de Vuelta, zoals menigmaal wordt gesuggereerd? Om deze vraag te beantwoorden vergeleek Van Erp de data van 'een klassementsrenner met een lengte van 1 meter 85 en een lichaamsgewicht van 69,9 kilogram' in vier grote rondes: de Vuelta a España in 2015, de Giro d'Italia in 2017 en 2018 en de Tour de France in 2018. Zijn proefpersoon eindigde alle keren vooraan in het eindklassement, respectievelijk op de zesde, eerste, tweede en nogmaals tweede plek. Hoewel niet bij name genoemd in het proefschrift zal het geen groot geheim zijn dat de renner in kwestie Tom Dumoulin was.

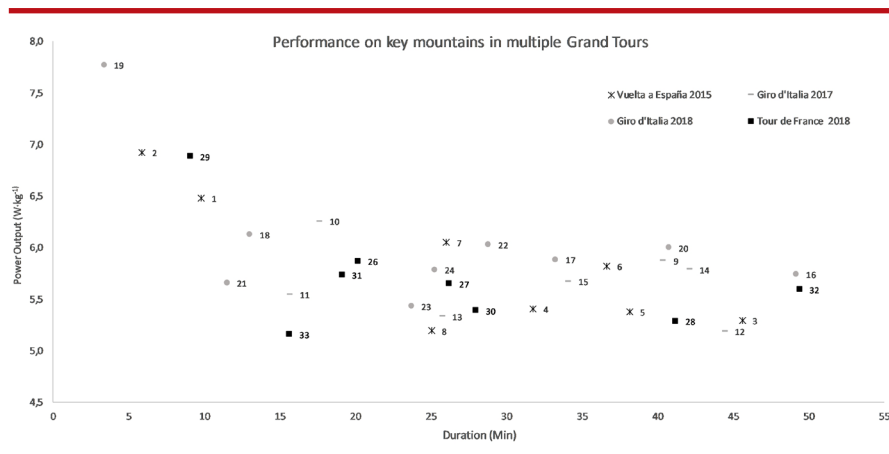
De vier bestudeerde grote ronden verschilden niet van elkaar wat betreft afstand, fietstijd en hoogtemeters. Ook de door Dumoulin getrapte vermogens en zijn energieverbruik waren gelijk. Het gemiddelde vermogen in een etappe was ~225 Watt. Tachtig procent van de gefietste tijd deed Dumoulin het relatief rustig aan en bleven de wattages in de lage-intensiteitszones 1, 2 en 3 ($\leq 90\%$ van het functionele drempelvermogen FTP¹, dat tijdens de vier rondes varieerde tussen 408 en 417 Watt). De overige 20% vroeg de koers veel meer van hem en kwam zijn vermogen in de zones 4 ($\geq 90\%$ van FTP) en 5 ($\geq 106\%$) terecht; de totale fietstijd in deze beide zones was netjes verdeeld.

Slotklim

De slotbeklimming van een berg-etappe blijkt het moment in de koers waarop een renner de hogere vermogenszones opzoekt. Dumoulin trapte gemiddeld genomen een vermogen van ~410 Watt tijdens een klim van ruim 7% gedurende een half uur. Dit komt overeen met een gemiddeld vermogen van 5,9 Watt per kilogram lichaamsgewicht. Maar de ene slotklim is de andere niet; het vermogen schommelde tussen de 5 en 8 Watt/kg (zie figuur 1). Uit de lineaire regressie analyse die Van Erp op de verzamelde data van de diverse slotbeklimmingen uitvoerde, kwam naar voren dat 86% van de variatie in het relatieve vermogen (Watt/kg) bergop verklaard wordt door drie factoren:

- de duur van de klim;
- de steilheid van de klim;
- het aantal afgelegde hoogtemeters vóór de slotklim.

De hoogste vermogens worden geleverd op relatief korte, steile slotklimmen aan het einde van een etappe met relatief weinig hoogtemeters. Als er eerder in de etappe al veel geklommen is en de slotklim lang en minder steil is, dan ligt het vermogen lager. In formulevorm: Vermogen op de slotklim (Watt/kg) = $7,64 + \log_{10}$



Figuur 1 | Relatief vermogen op verschillende bergen tijdens diverse grote rondes: Alto de la Mesa¹; Alto de Cazorla²; Alto de Capileira³; Alto Els Cortals d'Encamp⁴; Alto Campoo⁵; Alto de Sotres⁶; Alto Ermita de Alba⁷; Puerto de Cotos⁸; Blockhaus⁹; Oro-pa¹⁰; Selvino¹¹; Umbrailpass¹²; Pontives¹³; Piancavallo¹⁴; Asiogo¹⁵; Etna¹⁶; Montevegine di Mercogliano¹⁷; Gran Sasso d'Italia¹⁸; Osimo¹⁹; Zoncolan²⁰; Sappada²¹; Pratonevoso²²; Bardonecchia²³; Cervinia²⁴; Mur de Bretagne²⁵; Col de la Colombière²⁶; La Rosiere²⁷; Alpe d'Huez²⁸; Mende²⁹; Pic du Nore³⁰; Col du Portillon³¹; Saint-Lary Soulan³²; Col d'Aubisque³³.

(duur (minuten))*-1,52 + steilheid (%) * 0,12 - totale hoogteverschil voor de klim (m) * 10^{-3} * 0,23.

Mannen- versus vrouwenkoers

Het bovenstaande betrof Van Erps analyse van één absolute toprenner tijdens een grote ronde. Maar hoe ziet de racebelasting van een gemiddelde coureur gedurende een paar seizoenen eruit? En is die belasting bij mannen en vrouwen in het wielervedstrijden eigenlijk vergelijkbaar? Om deze vraag te beantwoorden, verzamelden Van Erp en zijn collega's gedurende vier jaar bij 20 renners en 10 rensters de gegevens (3024 wedstrijden bij de mannen, 667 bij de vrouwen).

Vergeleken met zijn vrouwelijke collega moet een renner tijdens een race of etappe gemiddeld meer kilometers verteren (183 versus 116), zat hij langer op de fiets (285 versus 194 minuten) en trapte hij een hoger vermogen (216 versus 167 Watt). De subjectief ervaren mate van inspanning (rating of perceived exertion, RPE) was echter vergelijkbaar (15,4 op een schaal van 6-20). Op grond van de hartslagdata bleek de gemiddelde intensiteit in een vrouwenwedstrijd hoger

te liggen dan die bij de mannen. Het uitte zich in een hogere gemiddelde hartfrequentie bij de vrouwen tegenover de mannen, zowel in absolute getallen (152 versus 133 slagen per minuut) als relatief ten opzichte van de maximale frequentie: 79% versus 69%. Ook verbleven de rensters een hoger percentage van de gefietste tijd met hun hartslag in de hogere zones 4 en 5 (~60% van de tijd, versus ~30% bij de mannen, zie figuur 2). Dit resulteerde in iets hogere schattingen (op basis van het getrapte vermogen, de hartslag en de subjectief ervaren mate van inspanning) van de absolute totale fietsbelasting tijdens een wedstrijd voor de mannen, maar een duidelijk hogere relatieve belasting (TSS, TRIMP, s-RPE - zie verderop) per kilometer bij de vrouwen.

Trainingsaanpak

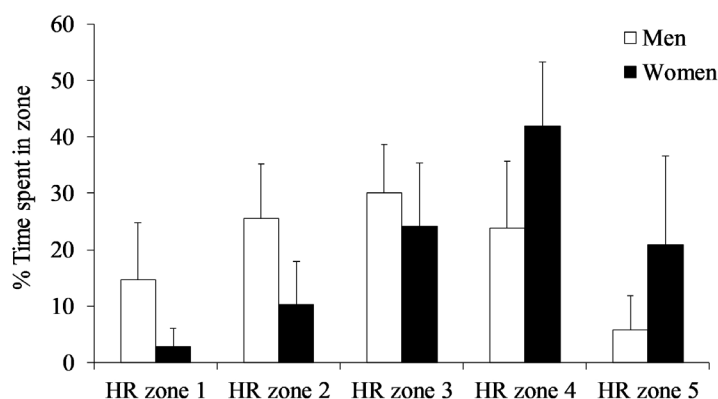
Volgens de reglementen van de wereldwielervedstrijden UCI mag een vrouwenkoers niet meer dan 160 kilometer beslaan. Bij de mannen daarentegen zijn afstanden van meer dan 250 kilometer geen uitzondering. De wedstrijddata suggereren dat de rensters hun kortere afstand compenseren door met een hogere

intensiteit te fietsen. Dit doet tevens vermoeden dat zij gebaat zijn bij een ander trainingsregime dan hun mannelijke collega's.

Dit bleek inderdaad het geval te zijn, zo liet vier jaar aan trainingsdata van dezelfde 20 renners (7319 trainingsbestanden) en 10 rensters (2503 bestanden) zien. Net als in de wedstrijden traptten de vrouwen in hun trainingen in vergelijking met de mannen minder kilometers (64 versus 92) en minder vermogen (138 versus 191 Watt) en zaten ze minder lang op de fiets (145 versus 182 minuten). De ervaren mate van inspanning was echter hetzelfde: beide groepen scoorden gemiddeld een 12 wanneer ze na afloop van de training in hun online logboek antwoord gaven op de vraag 'Hoe zwaar vond je - op een schaal van 6 tot 20 - de training?'. Uit de hartslagdata konden de onderzoekers afleiden dat de rensters, net als in de wedstrijden, hun kortere trainingsritten intensiever aanpakten. De gemiddelde hartfrequentie van de vrouwen versus de mannen was 136 (70% van HF_{max}) versus 125 (66% van HF_{max}) slagen per minuut. Dit verschil in trainingsintensiteit tussen de Sunweb rensters en hun mannelijke collega's uitte zich ook in een langere relatieve tijd (ten opzichte van de totale duur van de training) waarin zij de hogere zones 4 en 5 van hun hartfrequentie en vermogens aantikten; in vergelijking tot de wedstrijden waren de verschillen echter wel kleiner.

Beste belastingsmaat?

Uit de verzamelde data komt dus duidelijk het beeld naar voren dat de mannen op de fiets te maken hebben met een andere belasting dan de vrouwen. De vraag is nu hoe je die belasting het beste kunt kwantificeren, welke maat het meest geschikt is. Om hier antwoord op te krijgen verzamelde Van Erp gedurende vier jaar 11655 activiteiten van 21 renners: het ging om trainingen en wedstrijden, inclusief individuele tijdritten.



Figuur 2

Van Erp concentreerde zich op de volgende belastingsmaten:

1. totaal energieverbruik (verkregen uit de vermogensmeter; gemiddeld 2572 kJ per inspanningssessie);
2. Lucia's TRIMP (een cumulatieve score, gebaseerd op drie zones van de hartfrequentie, waarbij rekening wordt gehouden met én de tijd in een bepaalde hartslagzone én de bijbehorende intensiteit; gemiddeld 253 eenheden per inspanning);
3. sessie-RPE (s-RPE, de ervaren mate van inspanning op een schaal van 6-20, vermenigvuldigd met de duur van de inspanning; gemiddeld 2889 eenheden per inspanning);
4. TSS (*Training Stress Score*, een score die gebaseerd is op het getrapte vermogen, waarbij een TSS van 100 overeenkomt met 1 uur fietsen op het functionele drempelvermogen FTP; gemiddeld 153 eenheden per inspanning).

Voor de drie verschillende soorten inspanningen (training, race, tijdrit) was het verband tussen de verschillende belastingsmaten zeer hoog tot bijna perfect: correlatiecoëfficiënten lagen veelal boven de 0,95. De laagste coëfficiënt, die tussen Lucia's TRIMP en het energieverbruik in wedstrijden, bedroeg 0,85 en de hoogste, die tussen TSS en het energieverbruik in tijdritten, was 0,99. Ook was er geen verschil tussen de drie verschillende soorten inspanning wanneer de richtingscoëfficiënt van de relatie tussen

de verschillende belastingsmaten werd geanalyseerd. Alleen wanneer TSS werd uitgezet, was de gevonden richtingscoëfficiënt verschillend tussen trainingen en wedstrijden en tussen trainingen en tijdritten. Het zorgt ervoor dat de belasting van een wedstrijd (gemiddeld genomen) 120% zwaarder uitviel dan die van een training wanneer TSS als maat werd genomen. Voor de andere belastingsmaten was het verschil tussen wedstrijd en training 70%.

Een oorzaak voor het ruimere verschil tussen de via TSS afgeleide belasting tijdens een (vaak intensieve) wielrace en een (regelmatig rustige) training kan de grotere (namelijk kwadratische) invloed van de intensiteit van de inspanning op deze maat zijn. Dit bleek inderdaad het geval, want wanneer Van Erp en zijn mede-auteurs de 11655 fietsactiviteiten opdeelden in 'hoog' of 'laag' wat betreft hun intensiteit, bleek dat wél de relatie tussen energieverbruik en TSS te beïnvloeden, maar niet de relatie tussen 1) het energieverbruik en Lucia's TRIMP en 2) energieverbruik en s-RPE. De intensiteit van de training of wedstrijd is dus iets voor een trainer om rekening mee te houden wanneer hij de belasting enkel op grond van de TSS waarde beoordeelt. Van Erp rekent het voor in zijn proefschrift: 'Stel je gaat uit van een gemiddelde wielervedstrijd met een energieverbruik van 3700 kJ. Als hierbij heel rustig gefietst is, geven

sessie-RPE, Lucia's TRIMP en TSS de volgende waarden: 4033, 336 en 172. Maar wanneer dezelfde hoeveelheid kJ is weggetrapt in een race waarin kneiterhard gefietst is, dan beïnvloedt dat de sessie-RPE (4223, een verhoging van 5%) en Lucia's TRIMP (349, een verhoging van 4%), maar vooral de TSS (255, een verhoging van 48%).'

Blessurekans bij wielrensters

Een blessure of ziekte² kan het seizoen van een sporter behoorlijk in de war schoppen. Hoe verhoudt de kans op zo'n gedwongen 'time out' zich tot de belasting in het seizoen? Is er een verband tussen het ontstaan van blessures of ziektes en acute of chronische belasting?³ Op zoek naar een antwoord bekeek van Erp bij 15 Sunweb rensters gedurende een totaal van 22 seizoenen (1054 trainingsweken in totaal; een gemiddeld seizoen bevatte ~236 trainingsdagen) hun logboek. Daarin hadden ze enerzijds na elke training aangegeven hoe zwaar hun dag was geweest (als maat voor de ervaren belasting) en anderzijds genoteerd of ze last hadden van een blessure of ziekte. Blessures door valpartijen werden niet meegeteld en bij ziekte ging het vooral om een infectie; hoofdpijn of menstruatiepijn werden niet meegerekend. Onderscheid werd gemaakt tussen acute (cumulatieve sessie-RPE in één week) en chronische (vier weken) belasting. Slechts 18 blessures in totaal werden er genoteerd door de rensters; 72% ervan hadden te maken met de knie. Ziekte trad 74 maal op. In 65% procent van de gevallen moest het programma vanwege de fysieke malheur aangepast worden. Een hoge acute belasting bij de rensters werd geassocieerd met een 4,5 keer grotere kans op een blessure in dezelfde week of de week erna. Een hoge chronische belasting bleek juist te beschermen tegen blessures, want deze werd

geassocieerd met een vier keer zo geringe blessurekans in de volgende trainingswEEK. Drie bestaande modellen voor overbelasting - allen gebaseerd op een ratio tussen acute en chronische belasting - bleken de kans op een blessure in dezelfde week en de week erna redelijk tot goed te voorspellen. Een verband tussen een piek in de belasting van een renster en het oplopen van een infectieziekte werd niet gevonden.

Polarisatie

In het afsluitende hoofdstuk zoomt Van Erp in op de verschillen tussen trainingen en wedstrijden. Logischerwijs worden in de training - want vaak bedoeld voor herstel en opbouw - minder kilometers gemaakt en is de absolute belasting lager. Maar wanneer de belasting per kilometer wordt bekeken, blijkt deze voor verschillende afgeleiden (energieverbruik, TRIMP, sessie-RPE) in een training zelfs ietsjes hoger te liggen dan in een wedstrijd. Dit geldt niet voor de berekende TSS per kilometer, omdat bij die belastingsmaat de intensiteit zwaarder meetelt (zoals Van Erp al eerder beargumenteerde). Oorzaak is de intensiteitsverdeling: in de trainingen fietsten zowel de Sunweb mannen als vrouwen relatief minder vaak in de hogere vermogenszones 4 en 5 dan in de wedstrijden; ter compensatie werd in de trainingen juist weer vaker zone 2 aangetikt. Deze bevinding pleit voor meer gepolariseerde trainingen⁴ bij de Sunweb wielrenners, aldus Van Erp.

Plusen en minnen

Ten slotte: voor welke belastingsmaat moet een wieltrainer nu gaan wanneer hij zijn pupil succesvol wil begeleiden? Van Erp durft op geen enkele maat zijn volledige geld in te zetten want, zo betoogt hij, ze hebben allemaal hun plusen en minnen. Voor sessie-RPE heb je geen meter met gebruiksaanwijzing nodig, maar wel een gemotiveerde sporter die zijn trainingssessie elke dag zo goed mogelijk wil scoren. De analyses lieten bovendien zien dat de sessie-RPE waarden vooral in de trainingen prima correleren met de van de vermogens- of hartslagmeter afgeleide mate van belasting. Dat het verband tijdens de wedstrijden iets minder duidelijk was, kan waarschijnlijk verklaard worden door oncontroleerbare factoren tijdens een race (zoals de hydratiestatus of omgevingsinvloeden) of de impact van langdurige vermoeidheid op de beoordeling van de sessie-RPE. Langdurige vermoeidheid beïnvloedt ook de hartfrequentie negatief en daarmee tevens de TRIMP als afgeleide belastingsmaat. De TSS, tot slot, heeft als nadeel dat het een meting van het functionele drempelvermogen vereist, iets dat een trainer niet zomaar eventjes zal willen inplannen voor zijn pupil. Bovendien is er de kwadratische invloed van de intensiteit van de inspanning op TSS; volgens Van Erp is hier geen wetenschappelijke basis voor. Een combinatie van verschillende metingen lijkt daarom vooralsnog de beste manier om bij een wielrenner de belasting te beoordelen en te bewaken.

Over de auteur

Jurgen van Teeffelen (1968) is sinds 2014 freelance wetenschapsjournalist. Tot die tijd werkte hij als gepromoveerd fysioloog aan universiteiten in Nederland (AMC, Maastricht) en de Verenigde Staten (Yale). Hij schrijft graag over wetenschap in relatie tot sport en bewegen. E-mail: info@jurgenvanteeffelen.nl, website: www.jurgenvanteeffelen.nl.

1. Bon M van & Vroemen G (2018). Power speed profile. Prestatiemodel voor wegwielrennen. *Sportgericht*, 72 (5), 8-15.
2. Maas E (2019). Sport en infectierisico. Maakt intensief trainen een sporter kwetsbaar? *Sportgericht*, 73 (5), 2-5.

3. Van Hooren B (2016). Een snelle toename van de belasting. Belangrijkste oorzaak van sportblessures? *Sportgericht*, 70 (5), 2-7.
4. Loo H van der (2018). Optimale verdeling van trainingsintensiteit bij duursporters. NOC*NSF Masterclass door Stephen Seiler. *Sportgericht*, 72 (3), 2-7.