

Het fysiologisch onderzoek naar de oorzaken van vermoeidheid heeft sinds de eeuwwisseling veel nieuwe inzichten opgeleverd. Daarvan is maar weinig doorgedrongen tot de sportwereld. In deze serie artikelen wordt de huidige stand van zaken in het onderzoek besproken en wordt getracht een brug te slaan tussen wetenschap en praktijk.

Visies op vermoeidheid Deel I: Waarom houdt dat verzuren maar niet op?

Wim Burgerhout

'Vraag aan een sporter: hoe komt het dat je van zware inspanning snel moe wordt? Grote kans dat je het antwoord krijgt: dat komt door de verzuring. Of wat meer in detail: dat komt door de ophoping van melkzuur in je spieren.'

Zo begon ik tien jaar geleden in dit blad het eerste van drie artikelen¹⁻³ onder de titel *Afscheid van melkzuur*. Toen nog in de naïeve veronderstelling dat het antwoord binnenkort anders zou gaan luiden. Recent wetenschappelijk onderzoek had immers aangetoond dat:

1. H⁺-ionen die vrijkomen bij inspanning niet afkomstig zijn van melkzuur, maar ontstaan door toegenomen splitsing van adenosinetrifosfaat (ATP) om energie vrij te maken;
2. de vorming van lactaat (de zuurrest van melkzuur) bij anaerobe energieproductie er juist voor zorgt dat H⁺-ionen worden gebonden, waardoor het milieu in de spier minder zuur wordt;
3. de resterende pH-daling in de spiervezel te gering is om de stofwisseling te belemmeren;
4. lactaat geen afvalproduct is, laat staan een vergif, maar een nuttige

brandstof voor het hart, de hersenen en de aerobe ('rode') spiervezels.

Een voorbarig afscheid

Het is anders gelopen. Tien jaar later worden melkzuur en lactaat nog steeds als boosdoeners aangemerkt. Niet alleen door sporters en TV-commentatoren, maar ook in serieuze kranten en vakbladen:

'Ze kunnen de Italiaan bijna aanraken, terwijl het speeksel in lange draden aan zijn mond bungelt en zijn ogen bijna uit hun kassen ploppen als reactie op het melkzuur dat zich agressief een weg zoekt door zijn ranke lijf.' (Dennis Meinema⁴ in *NRC Handelsblad* over wielrenner Fabio Aru en zijn fans).

'De inspanningsintensiteit die langere tijd kan worden volgehouden op de lactaatrempel (%VO₂@LT) is een maat die inzicht geeft tot aan welke intensiteit het lichaam in staat is om genoeg van het door inspanning gevormde lactaat te verwijderen en zo verzuring van de spieren te voorkomen.' (Patrick Schoenmakers en Florentina Hettinga⁵ in *Sportgericht* over krachttraining voor de marathon).

Is de verzuringstheorie na 2007 misschien gerehabiliteerd? Ik heb er niets over gehoord en ook in de literatuur is niets te vinden dat daarop wijst. Wel op het tegendeel. Hall et al.⁶ schrijven in 2016:

'Although the construct of "lactic acidosis" appears intuitive and continues to be propagated in physiology texts and medical education, no convincing evidence exists in support of this theory.'

De belangrijke rol van lactaat als energiebron tijdens inspanning wordt anno 2017 nog steeds onderkend.⁷ Verder is gebleken dat lactaat fungeert als signaalstof, zowel binnen de cel als tussen cellen en weefsels onderling.⁸ Er zijn aanwijzingen dat lactaat in de spiercel de aanmaak van glycolytische enzymen stimuleert, waardoor de cel meer ATP kan produceren. Ook heeft men ontdekt (in experimenten bij proefdieren) dat lactaat diverse anabole effecten heeft, waardoor wonden sneller genezen en spieren sneller in omvang toenemen. Kortom, de uitspraak *'Every aspect of lactate production is beneficial'* van Faria et al.⁹ in 2005 is sindsdien alleen maar bevestigd.

De verzuring woekert voort

Hoe komt het toch dat het idee 'vermoeidheid komt door melkzuur' blijft voortwoekeren, terwijl daar geen enkel bewijs voor bestaat? Ik kan daar geen wetenschappelijk onderbouwde verklaring voor geven, maar heb er wel vermoedens over.

De verzuringstheorie werd rond 1920 opgesteld door Otto Meyerhof en Archibald Hill.¹⁰ Zij kregen in 1922 de Nobelprijs voor Fysiologie of Genees-

kunde 'voor onderzoek aan de spieren, in het bijzonder hun warmtevorming en het verband tussen de zuurstofconsumptie en het melkzuurmetabolisme'. De theorie kreeg daardoor een hoge status en heeft ruim 80 jaar standgehouden. Generaties fysiologen, (para)medici, trainers en sporters hebben geleerd dat vermoeidheid bij zware inspanning wordt veroorzaakt door



Figuur 1. Fabio Aru geplaagd door melkzuur?⁴

melkzuur. Het idee dat levensprocessen door een zuur milieu worden geremd klinkt heel plausibel. Een term als 'verzuring' ligt goed in het gehoor en gaat op den duur een eigen leven leiden. Hierbij raakt de achterliggende theorie uit het zicht, zeker bij het grote publiek. Als zo'n theorie uiteindelijk wordt verworpen heeft dat weinig invloed op het taalgebruik. Misschien is 'hij begint te verzuren' straks net zo'n uitspraak als 'het fietsen zit hem in het bloed', wat bijna niemand meer letterlijk neemt. Maar zo ver is het nog niet.

Geen bruikbaar alternatief

Van professionals (bewegingswetenschappers, (sport)fysiotherapeuten, trainers) mag je verwachten dat ze het verband tussen term en theorie wél kennen en ook dat ze op de hoogte blijven van nieuwe ontwikkelingen in

hun vakgebied. De meesten van hen zullen daarbij vooral kijken naar het nut voor de praktijk.

Aan nieuwe theorieën over vermoeidheid is geen gebrek. Het ontkrachten van de verzuringstheorie is een sterke prikkel geweest voor wetenschappelijk onderzoek: als vermoeidheid niet door melkzuur wordt veroorzaakt, waardoor dan wel? Jammer genoeg is

er nog geen duidelijk antwoord gekomen op die vraag. In een overzichtsartikel uit 2009¹¹ beschrijven Ament en Verkerke 17 theorieën over het ontstaan van vermoeidheid bij inspanning. Daar zijn er sindsdien nog een aantal bij gekomen.¹²⁻¹⁵ Al die nieuwe ideeën hebben tot nu toe (bij mijn weten, maar ik laat me graag corrigeren) vrijwel geen impact gehad op het trainen en begeleiden van sporters. Het is een onoverzichtelijk geheel. Ik

kan mij voorstellen dat je als trainer of begeleider een oude, vertrouwde theorie niet zo makkelijk afzweert wanneer er geen bruikbaar alternatief voor in de plaats komt. Kan het kwaad om in verzuring te blijven geloven als het voor je dagelijks werk niet uitmaakt?

Wetenschap en sport

Het lijkt er dus op dat de wetenschap, als het om vermoeidheid gaat, de sportwereld niet veel te bieden heeft. Dit wordt bevestigd door een recent artikel van Jeroen Rietvelt in dit blad over vermoeidheid van het centrale zenuwstelsel.¹⁶ In dat artikel geeft de auteur enkele suggesties voor hoogintensieve trainingen. Bij gebrek aan wetenschappelijk onderbouwde richtlijnen valt hij daarvoor terug op de praktijkervaringen van trainer/coach Charlie Francis, die in 1988-1992 door



Figuur 2. Het spanningsveld tussen theorie en praktijk.^b

Paul Patterson werden opgetekend.¹⁷ Wat een blamage voor de inspanningsfysiologie! Honderd jaar onderzoek naar vermoeidheid, beschreven in duizenden artikelen en dan komt er niets van praktische waarde uit? Misschien zit er enig perspectief verstopt in deze zin van Rietvelt: 'Helaas resulteren fysiologische verklaringen niet "automatisch" in praktische richtlijnen voor training.' De aanhalingstekens rond automatisch zijn terecht. Zoiets gebeurt natuurlijk nooit automatisch, je moet er moeite voor doen. Er gaapt bij dit onderwerp een flinke kloof tussen wetenschap en praktijk. Om deze kloof te overbruggen zullen beide partijen naar elkaar toe moeten werken. Ik wil daar graag iets aan bijdragen met deze reeks artikelen.

Vervolg

In het tweede artikel zal ik proberen het onderwerp vermoeidheid in kaart te brengen. Welke vormen van vermoeidheid bestaan er en hoe worden die gedefinieerd? Is vermoeidheid nuttig of schadelijk? Hoe kun je vermoeidheid onderzoeken en welke problemen kom je daarbij tegen? Wat zijn anno

2017 de belangrijkste theorieën over het ontstaan van vermoeidheid? In de artikelen daarna komen de afzonderlijke theorieën aan bod en zal worden gezocht naar toepassingsmogelijkheden. Ook wil ik aandacht besteden aan pathologische vermoeidheid, zoals wij die bijvoorbeeld kennen bij het chronisch vermoeidheidssyndroom en het overtrainingssyndroom. Is daarvoor een fysiologische verklaring te geven en zo ja, geeft die aanknopingspunten voor preventie en behandeling?

Referenties

1. Burgerhout WG (2007). Afscheid van melkzuur, deel 1. *Sportgericht*, 61 (4-5), 76-80.
2. Burgerhout WG (2007). Afscheid van melkzuur, deel 2. *Sportgericht*, 61 (6), 2-5.
3. Burgerhout WG (2008). Afscheid van melkzuur, deel 3. *Sportgericht*, 62 (1), 6-11.
4. <https://www.nrc.nl/nieuws/2017/07/05/aru-aru-scanderen-de-fans-als-in-een-volvoetbalstadion>
5. Schoenmakers P & Hettinga F (2016). Krachttraining voor de marathon. *Sportgericht*, 70 (5), 28-33.
6. Hall MM et al. (2016). Lactate: friend or foe? *PM & R*, 8, S8-S15.
7. Schurr A (2017). Lactate, not pyruvate, is the end product of glucose metabolism via glyco-

lysis. In: Caliskan M, Kavakli IH & Cevahir Oz G (eds.), *Carbohydrate* (chapter 2). InTech. DOI: 10.5772/66699.

8. Nalbandian M & Takeda M (2016). Lactate as a signalling molecule that regulates exercise-induced adaptations. *Biology*, 5 (4), E38. DOI: 10.3390/biology5040038.
9. Faria EW, Parker DL & Faria IE (2005). The science of cycling: physiology and training – part I. *Sports Medicine*, 35 (4), 285-312.
10. Bassett DR (2002). Scientific contributions of A.V. Hill: exercise physiology pioneer. *Journal of Applied Physiology*, 93, 1567-1582.
11. Ament W & Verkerke GJ (2009). Exercise and fatigue. *Sports Medicine*, 39 (5), 389-422.
12. Amann M & Light AR (2015). From Petri dish to human: new insights into the mechanisms mediating muscle pain and fatigue, with implications for health and disease. *Experimental Physiology*, 100 (9), 989-990.
13. Taylor JL et al. (2016). Neural contributions to muscle fatigue: from the brain to the muscle and back again. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48 (11), 2294-2306.
14. Twomey R et al. (2017). Neuromuscular fatigue during exercise: Methodological considerations, etiology and potential role in chronic fatigue. *Clinical Neurophysiology*, 47 (2), 95-110.
15. St Clair Gibson A, Swart J & Tucker R (2017). The interaction of psychological and physiological homeostatic drives and role of general control principles in the regulation of physiological systems, exercise and the fatigue process – The Integrative Governor theory. *European Journal of Sport Science*, E-pub ahead of print, <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1321688>
16. Rietvelt J (2017). CZS vermoeidheid. *Sportgericht*, 71 (3), 36-37.
17. Francis C & Patterson P (1992). *The Charlie Francis training system*. Ottawa, Canada: TBLI Publications.

Bronnen afbeeldingen

- a. <https://facesofaru.tumblr.com/image/128752190387>
- b. www.catullus.nl/pdfs/11_BETACANONFOK-SUK.pdf

Over de auteur

Wim Burgerhout is fysioloog. Hij studeerde aan de Universiteit Utrecht en deed zijn promotieonderzoek aan de Erasmus Universiteit Rotterdam. Tot zijn pensionering was hij als docent en onderzoeker verbonden aan de Faculteit Gezondheidszorg van de Hogeschool Utrecht. Momenteel is hij actief als freelance docent en auteur. E-mail: wim.burgerhout@ziggo.nl.