

Al eerder besteedde *Sportgericht* aandacht aan de invloed van hitte op de sportprestatie.<sup>1-4</sup> De opzet van dit nieuwe artikel is om, gebruikmakend van de nieuwste wetenschappelijke inzichten, een praktisch advies te geven over maatregelen om prestatieverlies tijdens duurinspanning in de hitte tegen te gaan.

## Tegengaan van prestatieverlies bij duursport in de hitte

**Hein Daanen**

In de hitte vermindert het duurprestatievermogen bij het gros van de sporters. Zo was de volhoudtijd van 105 Nederlandse topsporters bij een progressieve inspanningstest gemiddeld  $26 \pm 11\%$  korter in het gesimuleerde klimaat van Tokyo tijdens de Olympische Spelen ( $32^\circ\text{C}$ , 74% relatieve luchtvochtigheid (RV)) dan in het Nederlandse klimaat ( $16^\circ\text{C}$ , 55% RV).<sup>5</sup> Ander onderzoek wees uit dat de fietsefficiëntie met 1% daalde voor elke graad stijging van de lichaamstemperatuur.<sup>6</sup> Tenslotte weten we dat marathonprestaties sterk achteruitgaan met toenemende thermische belasting<sup>7</sup>; een omgevingstemperatuur van  $11^\circ\text{C}$  blijkt voor deze loopafstand optimaal te zijn.<sup>8,9</sup>

### Hittekracht

Er bestaat dan ook geen twijfel dat duurprestaties in de warmte veelal minder zijn dan in een koelere omgeving. De warmtebelasting van de mens hangt vooral af van de omgevingstemperatuur, maar luchtvochtigheid, zonnestraling, wind, gedragen kleding, lichaamsbouw en inspanningsintensiteit spelen ook een rol. In 2026 gaat het KNMI dan ook, naast de omgevingstemperatuur, een nieuwe maat introduceren, namelijk hittekracht: een gewogen

gemiddelde van omgevingstemperatuur, straling, wind en vochtigheid. Je kunt van warmte of hitte spreken als de warmteafgifte minder is dan de warmteproductie en de lichaamstemperatuur hierdoor stijgt.

### Hardleers

Opvallend is dat de duidelijke nadelige effecten van warmte op de prestatie er niet toe leiden dat een sporter onder deze omstandigheden met een lager vermogen aan een tijdrif begint ten opzichte van een koel klimaat. Het vermogen daalt in de hitte echter wel sterker dan in de koelte, met een slechtere prestatie als gevolg.<sup>10</sup> Ook wanneer je mensen voorafgaand aan een inspanning vraagt of de hitte tot een mindere prestatie zal leiden, zie je dat ze het prestatieverlies als nihil inschatten.<sup>11</sup> De mens is blijkbaar hardleers op dit gebied. Het is daarom goed om op een rij te zetten wat een trainer, coach en sporter kunnen doen om het prestatieverlies in de hitte te beperken.

### Selectie

Bij teamsporten kun je sporters selecteren die het minst gevoelig zijn voor hitte. Het hierboven genoemde onderzoek van De Korte et al.<sup>5</sup> liet grote verschillen tussen indi-



viduen zien: twee sporters presteerden in de warmte zelfs beter, terwijl er aan de andere kant een sporter was met een enorme prestatiedaling van 45%.

Hoe selecteer je dan precies? Optimaal is als je de sporters zowel in hitte als kou een inspanning laat leveren en zo het exacte prestatieverlies in kaart brengt. Als je die informatie niet hebt, kun je nagaan in welke mate iemand problemen heeft met de warmteafgifte: een sporter die weinig zweet weet te produceren, heeft in de hitte meer kans op problemen. Soms weten mensen dit al van zichzelf, maar het is ook goed te meten. Hierbij is het handig om normaalwaarden te hebben: deze zijn te vinden in het artikel van Barnes en collega's.<sup>12</sup>

Een andere optie is om de verhouding tussen oppervlakte en inhoud van een sporter als maat te nemen. De warmteproductie is immers gekoppeld aan de inhoud van een mens (vooral bij veel spiermassa), terwijl de warmteafgifte is gerelateerd aan diens huidoppervlakte. Hoe meer oppervlak er is, des te gemakkelijker de warmte kan worden afgegeven. Dat deze verhouding zo bepalend is voor de prestatie in de hitte, blijkt uit onderzoek van Marino et al.<sup>13</sup> Zij lieten zien dat in

een omgeving van 35°C de prestatie tijdens een tijdrit steeds slechter werd wanneer de oppervlakte/inhoud verhouding afnam, maar dat dit niet gold voor een omgeving van respectievelijk 15°C en 25°C. Ook is de oppervlakte/inhoud verhouding van Afrikaanse lopers groter dan die van hun Kaukasische evenknie, wat voor een aanzienlijk deel verklaart waarom de lichte Afrikaanse lopers zo goed presteren in de hitte. Vanwege de voorspellende waarde van de oppervlakte/inhoud verhouding op de prestatie in de hitte, hebben we dan ook voor het WK voetbal in Brazilië onder andere deze maat voor alle spelers in het Nederlands team in kaart gebracht, zodat de trainer/coach een beeld had van de spelers met een verhoogd risico op hittestuwing.

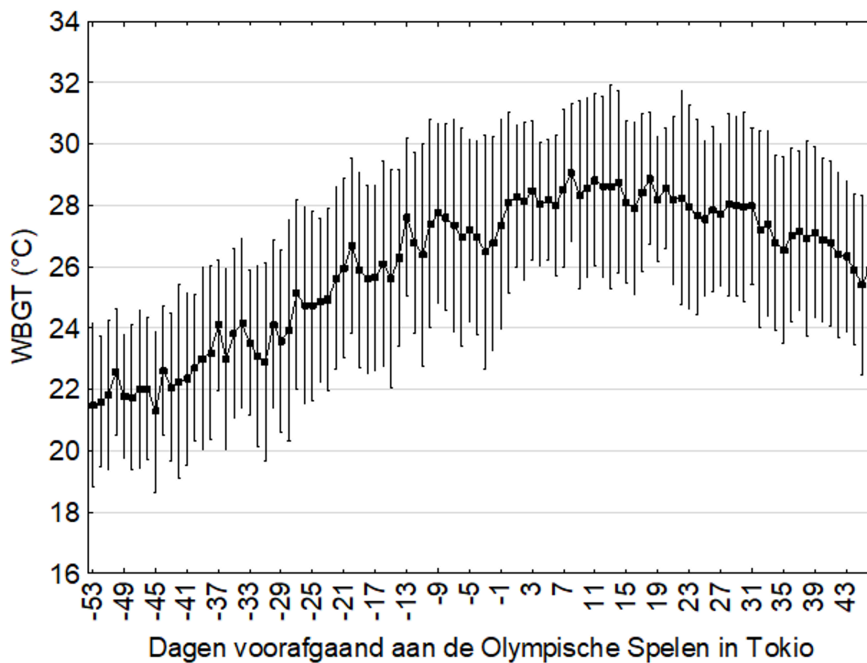
### Hitte-acclimatisatie

Als je op een warme locatie een sportprestatie moet leveren, is het aan te raden om je lichaam enkele weken daarvoor al aan hitte bloot te stellen, omdat het zich hier erg goed aan kan aanpassen. Het uiteindelijke prestatieverlies in de hitte zal hierdoor aanzienlijk minder worden. De belangrijkste aanpassing is dat het lichaam tijdens de acclimatisatieperiode meer vocht gaat vasthou-

den. Dit heeft voordelen voor zowel de droge als de natte warmteafgifte. De droge warmteafgifte neemt toe omdat de huid beter doorbloed wordt en daardoor meer warmte aan de omgeving kan afgeven. De natte warmteafgifte wordt beter omdat de zweetproductie vergroot wordt, waarbij de warme huid zorgt voor een betere verdamping.

Meer vocht in het lichaam betekent ook dat er meer bloed kan terugstromen naar het hart, dat daardoor minder hard hoeft te werken. Bij gelijke belasting kan de hartslag zo wel 20 slagen per minuut lager zijn wanneer de sporter aan de hitte is geacclimatiserd. Een bijkomend voordeel van hitte-acclimatisatie is dat je elke dag een iets lagere kerntemperatuur hebt, gemiddeld 0,3°C over 10 dagen, zodat je koeler aan de inspanning kunt beginnen.<sup>10</sup> Aangeraden wordt om één maand voor het evenement in de hitte te beginnen met acclimatiseren. Wanneer je dit nog eerder doet, moet je er rekening mee houden dat de fysiologische aanpassingen ook langzaam weer verdwijnen.<sup>14</sup> Het is echter goed om te weten dat re-acclimatisatie ter plekke ook heel snel gaat, gemiddeld zo'n vier keer sneller dan de eerdere acclimatisatie.<sup>14</sup>

Meestal wordt inspanning in een warme omgeving gebruikt om te acclimatiseren. Een warm bad werkt ook, maar is wel iets minder effectief.<sup>15</sup> Zinvoller is om je eerst in te spannen en daarna warm te blijven in een heet bad.<sup>16</sup> Het centrale idee achter de acclimatisatie is dat de fysiologische aanpassingen worden bewerkstelligd als je tenminste zeven dagen (en idealiter 14 dagen) achtereenvolgens dagelijks minstens één uur een lichaamskerntemperatuur van 38,5°C hebt. Hoger hoeft niet en is ook ongewenst omdat dan de kans op een hitteziekte toeneemt. Ter voorbereiding op hun sportprestatie in de hitte vliegen veel sporters een maandje eerder naar de warme



**Figuur 1** | De Wet Bulb Globe Temperature (WBGT), een indicator van hittebelasting van de mens, in Tokyo in de middag van 12-15 uur, gerelateerd aan de start van de Olympische spelen (dag 0). De data zijn gebaseerd op meteo-gegevens van de jaren 1990 - 2018.<sup>17</sup> De verticale balken geven 1 standaarddeviatie weer.

locatie. Het risico bestaat dan echter dat het wel warm is tijdens de wedstrijd waarom het draait, maar niet in de weken ervoor. Zoiets gebeurde bijvoorbeeld bij de Australian Open tennis in Melbourne in 2014, het EK voetbal in Oekraïne in 2012 en het WK hockey in New Delhi in 2011. Maar het beste voorbeeld zijn wellicht de Olympische Spelen in Tokyo (zie figuur 1), waar op grond van meteo-gegevens nauwkeurig voorspeld kon worden dat de periode voorafgaand aan de Spelen veel minder warm was dan het moment van de Spelen zelf. Veel Nederlandse sporters hebben daarom gekozen voor een voorbereiding in klimaatkamers die werden ingesteld op de verwachte hitte tijdens de Spelen. Voor de watersporters werd in Scheveningen zelfs een aparte warme kamer gemaakt. Samenvattend is het beter om het zekere voor het onzekere te nemen en vast aan hitte te acclimatiseren voordat je invliegt naar de warme locatie.

Een minpunt van acclimatisatie in een gecontroleerde klimaatkamer is dat niet iedereen een dergelijke kamer ter beschikking heeft. Recentelijk hebben Greenfield e.a.<sup>18</sup> aangetoond dat je ook in een kamer van 20°C kunt acclimatiseren, als je maar voldoende kleding aandoet. Volgens hun onderzoek moet een sporter dan 1,8 Clo aan kleding aantrekken, eerst 30 minuten hardlopen met een snelheid van 9,7 km/uur en vervolgens één uur flink doorlopen met 5,6 km/uur. Die 1,8 Clo is een dikke jas en broek met handschoenen en een muts. Met een tabel op Wikipedia<sup>19</sup> kun je zelf je pakket van 1,8 Clo samenstellen. Let op: er zijn hierbij interindividuele verschillen en het lijkt daarom zeker slim om de eerste keer je lichaamstemperatuur te monitoren. Dat kan het beste met een eenvoudige rectaalthermometer.<sup>20</sup>

## Koelen

In een eerder nummer van *Sportgericht* geeft Sam Ballak een mooi

overzicht van koelmogelijkheden.<sup>2</sup> Bij het verkoelen kan het beste een combinatie van intern koelen (ijslurrie of koud water) en extern koelen (zoals een koelvest) worden gebruikt. Hoeveel warmte optimaal aan het lichaam onttrokken dient te worden, is nog altijd onderwerp van discussie: de vuistregel wordt gehanteerd dat je zeker moet stoppen wanneer je begint te rillen van de kou. De meeste sporters geven hierbij de voorkeur aan het creëren van een koudebuffer in de lichaamsdelen die niet direct betrokken zijn bij de inspanning zelf; denk bijvoorbeeld aan het koelen van de romp voor hardlopers.

Een nadeel van koude dranken is dat een fysiologische tegenreactie op kan treden in de vorm van extra warmteproductie in het lichaam en bloedvatvernauwing in de huid, waardoor de warmteafgifte juist minder wordt. Toch is het meestal zo dat het koeleffect groter is dan deze fysiologische tegenreactie.<sup>21</sup> Enkel wanneer je een warme drank neemt als je nog net niet zweet, kan de netto koeling door zweetverdamping iets meer zijn dan de toegevoegde warmte door de warme drank.<sup>22</sup> Samenvattend wordt aanbevolen om voorafgaand aan inspanning in de hitte voldoende koel water te drinken en dat deel van het lichaam te koelen waarin de spieren niet direct bij de prestatie zijn betrokken.

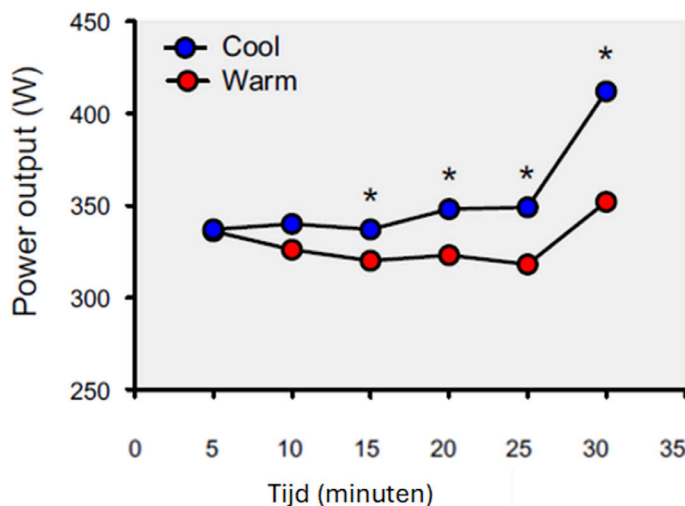
## Pacing

Pacing gaat over het verdelen van het vermogen over een race of tijdrit. Als mensen beginnen met een tijdrit in de hitte, kiezen ze doorgaans hetzelfde vermogen (of dezelfde snelheid) als onder koelere omstandigheden, maar al kort daarna komt het besef dat voortzetten hiervan niet haalbaar is, met een prestatiedaling als gevolg (zie figuur 2).<sup>23</sup> Het ligt voor de hand om een sporter daarom te adviseren om met een wat lager vermogen te starten,

zodat een meer gelijkmatig pacing-profiel kan worden vastgehouden en wellicht een betere prestatie kan worden bereikt. Echter, het enige onderzoek dat (voor zover mij bekend) hiernaar gedaan is, kon dit niet aantonen.<sup>24</sup> Er is wel bekend dat hitte de pacingstrategie beïnvloedt, maar nog niet hoe je daar als coach precies mee om moet gaan.

## Conclusies

Afgaande op de wetenschap heeft een trainer/coach een aantal opties om het prestatieverlies in de hitte te beperken. Ten eerste is het met name bij teamsporten zinvol om na te gaan welke sporters het meest gevoelig zijn voor de hitte en hier bij het wisselbeleid rekening mee te houden. Ten tweede is het goed om een sporter tijdig aan hitte te laten acclimatiseren, zodat het lichaam fysiologisch aanpassingen kan maken. Een speciale klimaatkamer is hiervoor ideaal, maar het is ook haalbaar door bij kamertemperatuur extra kleding te dragen. Als derde is het slim om net voor het sportevenement met koele dranken



**Figuur 2** | Vermogen (W) tijdens een tijdrit in koele en warme omstandigheden.<sup>23</sup>

en koelende kleding de lichaamstemperatuur laag te houden. Tot slot kun je overwegen om de sporter in de hitte wat voorzichtig te laten

starten om de hittedip te verminderen, al is hier momenteel nog geen eensluitend wetenschappelijk bewijs voor.

## Over de auteur

Prof. dr. **Hein Daanen** is emeritus hoogleraar inspanningsfysiologie aan de Vrije Universiteit Amsterdam. Op [www.heindaanen.nl](http://www.heindaanen.nl) kunnen zijn publicaties worden gedownload.

1. Alkemada P (2024). Oog voor het individu tijdens inspanning in de hitte. *Sportgericht*, 78 (3), 38-42.

2. Ballak S (2021). Koelprotocollen voor Tokyo 2020 - Totstandkoming en praktische toepassing. *Sportgericht*, 75 (5), 6-9.

3. Daanen H (2013). Temperatuur en presteren - verschuivende paradigma's. *Sportgericht*, 67 (4), 2-5.

4. Teunissen LP (2021). Heat stress bij inspanning - invloed van kerntemperatuur op lichamelijke belasting, vermoeidheid en prestatie. *Sportgericht*, 68 (1), 9-13.

5. Korte JQ de et al. (2021). Exercise performance and thermoregulatory responses of elite athletes exercising in the heat: outcomes of the Thermo Tokyo study. *Sports Medicine*, 51 (11), 2423-2436.

6. Daanen HA, Es EM van & Graaf JL de (2006). Heat strain and gross efficiency during endurance exercise after lower, upper, or whole body precooling in the heat. *International Journal of Sports Medicine*, 27 (5), 379-388.

7. Ely MR et al. (2007). Impact of weather on marathon-running performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39 (3), 487-493.

8. Foster C, Koning JJ de & Daanen HA (2011). Two-hour marathon requires mother nature's help. *Journal of Applied Physiology*, 110 (1), 290-291.

9. Mantzios K et al. (2022). Effects of weather parameters on endurance running performance: discipline-specific analysis of 1258 races. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 54 (1), 153-161.

10. Périard JD, Eijssvogels TM & Daanen HA (2021). Exercise under heat stress: thermoregulation, hydration, performance implications, and mitigation strategies. *Physiological Reviews*, 101 (4), 1873-1979.

11. Daanen HA, Ling S van & Tan TK (2013). Subjective ratings and performance in the heat and after sleep deprivation. *Aviation Space and Environmental Medicine*, 84 (7), 701-707.

12. Barnes KA et al. (2019). Normative data for sweating rate, sweat sodium concentration, and sweat sodium loss in athletes: an update and analysis by sport. *Journal of Sports Sciences*, 37 (20), 2356-2366.

13. Marino FE et al. (2000). Advantages of smaller body mass during distance running in warm, humid environments. *Pflügers Archiv European Journal of Physiology*, 441 (2), 359-367.

14. Daanen HA, Racinais S & Périard JD (2018). Heat acclimation decay and re-induction: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 48 (2), 409-430.

15. Gerrett N, Alkemada P & Daanen H (2021). Heat reacclimation using exercise or hot water immersion. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 53 (7), 1517-1528.

16. Zurawlew MJ et al. (2016). Post-exercise hot water immersion induces heat acclimation and improves endurance exercise performance in the heat. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26 (7), 745-754.

17. Gerrett N et al. (2019). Ambient conditions prior to Tokyo 2020 Olympic and Paralympic games: considerations for acclimation or acclimatization strategies. *Frontiers in Physiology*, 10, 414.

18. Greenfield AM et al. (2025). Exercise with overdressing for heat acclimation: a multilayered approach using biophysical modeling and two randomized crossover trials. *Journal of Applied Physiology*, 139 (4), 889-901.

19. [https://en.wikipedia.org/wiki/Clothing\\_insulation](https://en.wikipedia.org/wiki/Clothing_insulation)

20. Daanen HAM et al. (2024). Body core temperature assessment in emergency care departments. *Journal of Emergency Medicine*, 66 (3), e277-e283.

21. Richards BJ et al. (2024). Effect of cold beverages on whole-body heat exchange in young and older males during intermittent exercise in the heat. *American Journal of Industrial Medicine*, 67 (12), 1148-1158.

22. Bain AR, Lesperance NC & Jay O (2012). Body heat storage during physical activity is lower with hot fluid ingestion under conditions that permit full evaporation. *Acta Physiologica*, 206 (2), 98-108.

23. Tattersall AJ et al. (2000). Effects of heat stress on physiological responses and exercise performance in elite cyclists. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 3, 186-193.

24. Abbiss C et al. (2009). Influence of starting strategy on cycling time trial performance in the heat. *International Journal of Sports Medicine*, 30, 188-193.