



# Thermofysiologie - hitte

---

Prof. Dr. Hein Daanen  
Faculteit der Gedrags- en  
Bewegingswetenschappen  
Vrije Universiteit Amsterdam

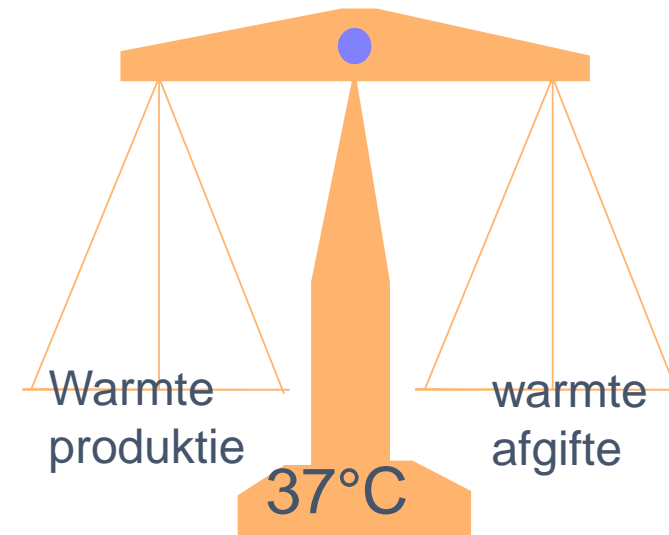
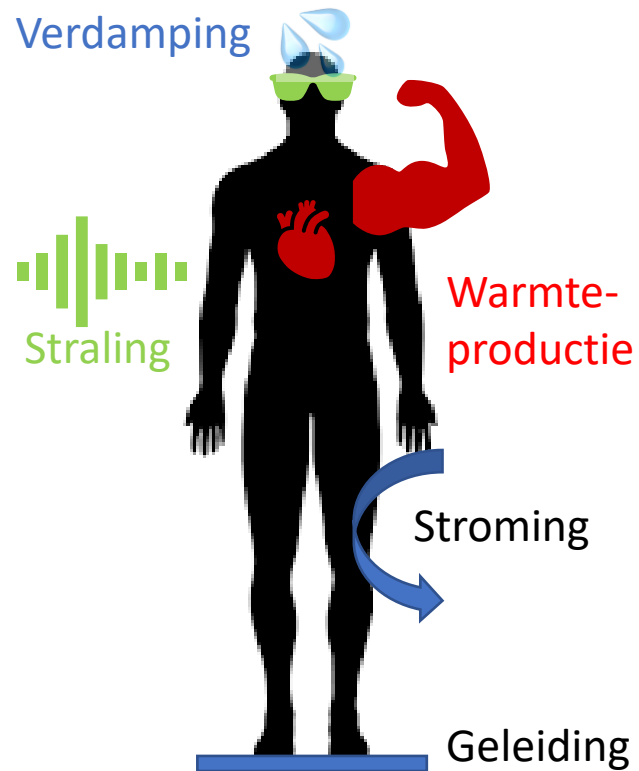
# Achtergrond

- Onderzoeker TNO 1991 – 2016
- Hoogleraar Inspanningsfysiologie VU vanaf 2003



# De warmtebalans

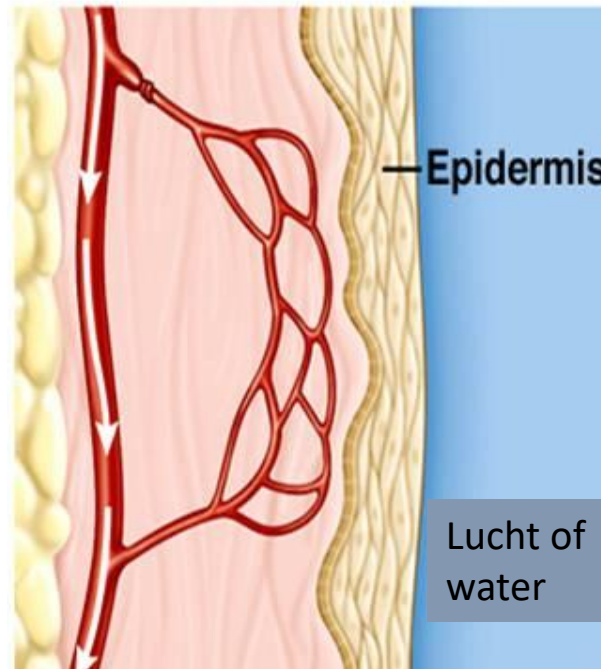
$(\text{Metabolisme} - \text{Arbeid}) \pm \text{Droog warmteverlies} - \text{Nat warmteverlies} = \text{Opslag}$





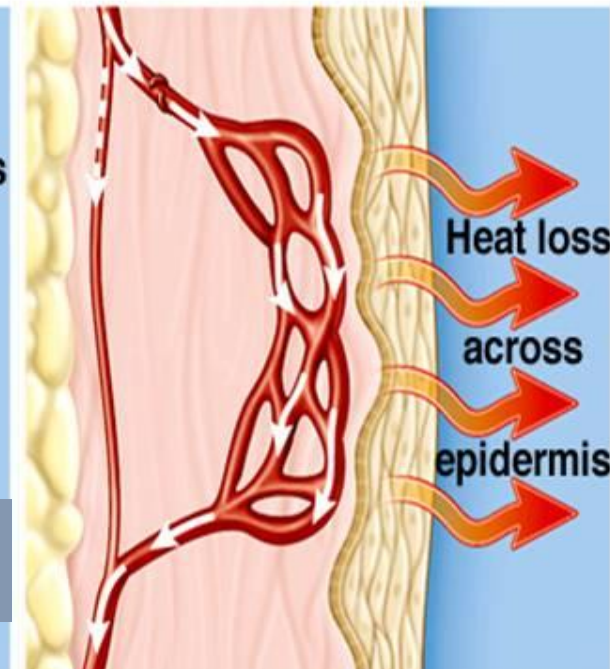
# Droge warmteafgifte

Koude



Bloedvatvernauwing

Hitte



Bloedvatverwijding

# Natte warmte-afgifte

Zweetverdamping van belang

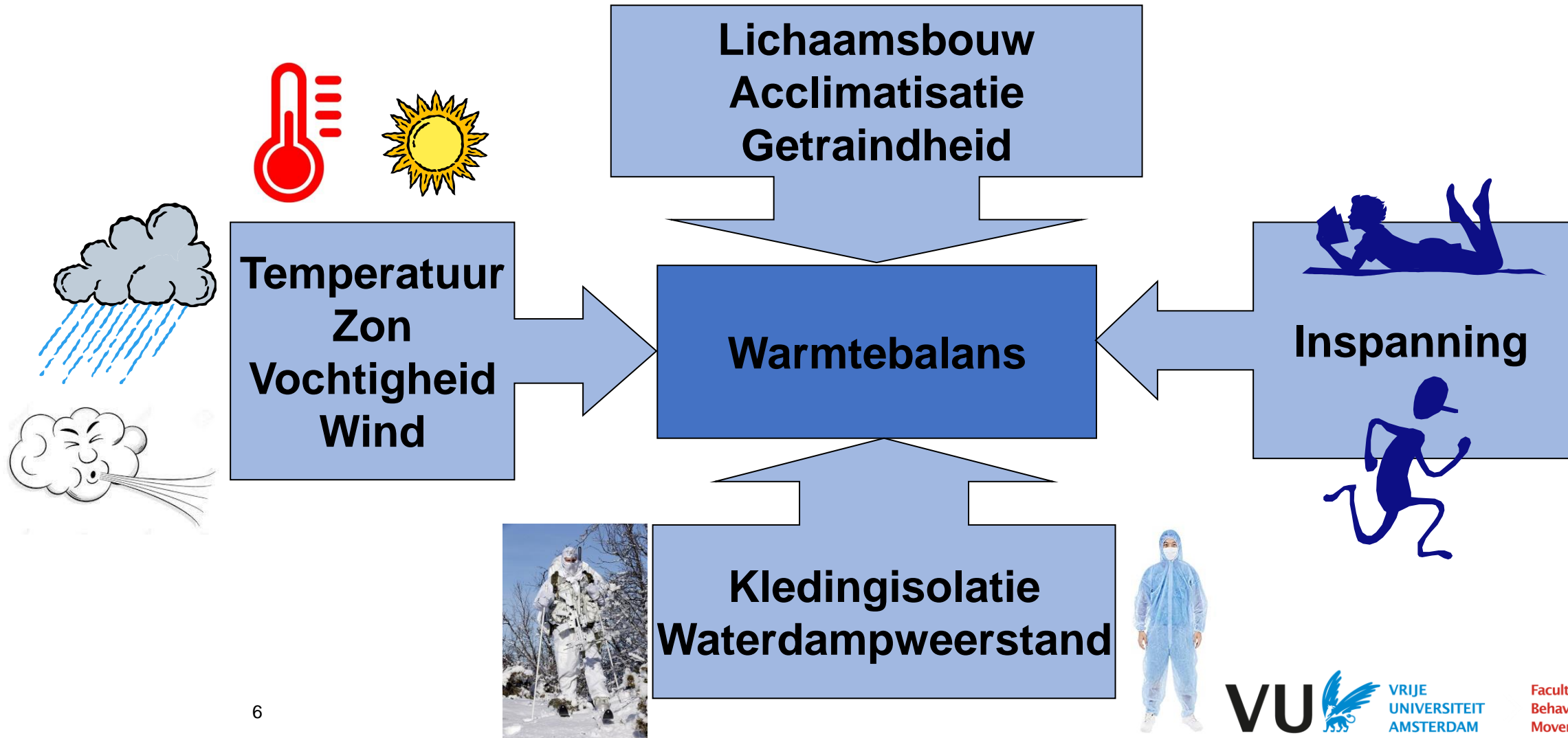
Max. 3 liter/uur

> 2000 W koeling!



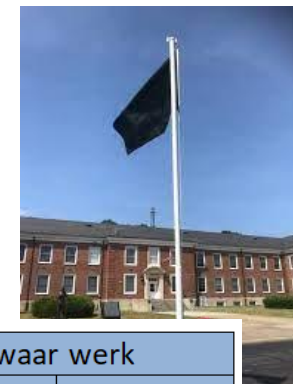
Armstrong et al., 1986

# Invloeden op de warmtebalans



# Hittebelasting:wet bulb globe temperature

ZB NB DB

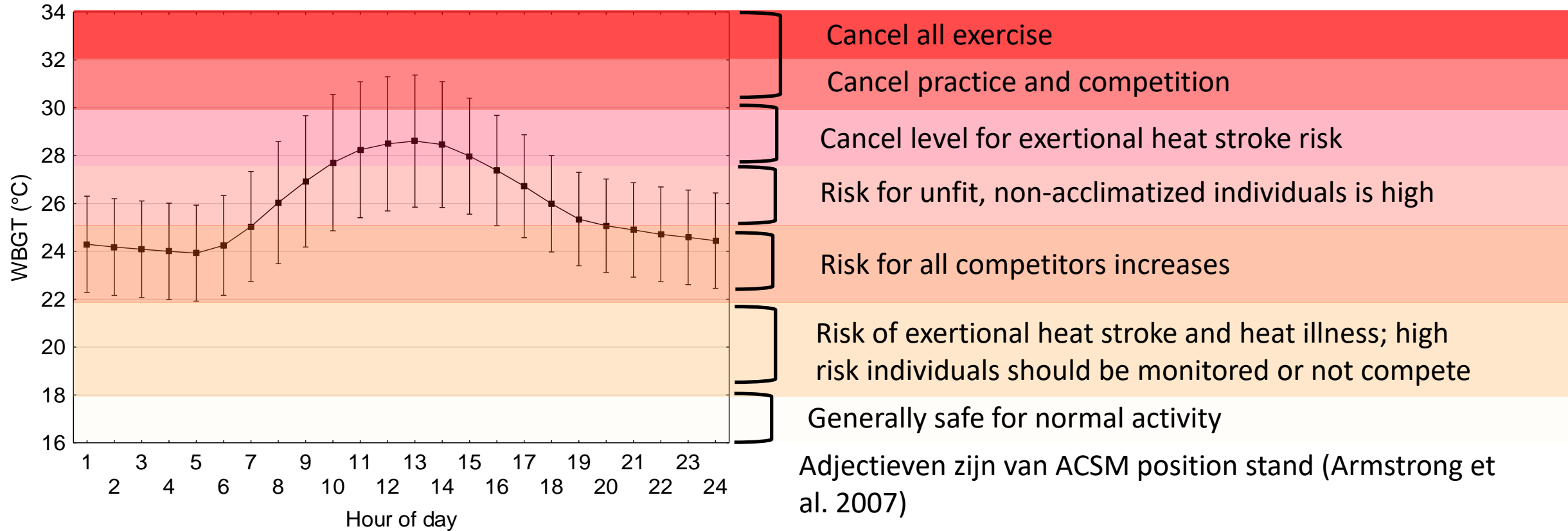


Hitte categorie	WBGT-index °F (°C)	Licht werk		Halfzwaar werk		Zwaar werk	
		Werk/rust (minuten)	Water drinken (ml/uur)	Werk/rust (minuten)	Water drinken (ml/uur)	Werk/rust (minuten)	Water drinken (ml/uur)
1 (wit)	78° - 81.9° 25,6° - 27,7°	GL	500	GL	750	40/20	750
2 (groen)	82° - 84.9° 27,8° - 29,3°	GL	500	50/10	750	30/30	1000
3 (geel)	85° - 87.9° 29,4° - 31°	GL	750	40/20	750	30/30	1000
4 (rood)	88° - 89.9° 31,1° - 32,1°	GL	750	30/30	750	20/40	1000
5 (zwart)	> 90° > 32,2°	50/10	1000	20/40	1000	10/50	1000

$$WBGT = 0,7 \times NB + 0,2 \times ZB + 0,1 \times DB$$

GL = geen limiet op werktijd per uur

# Gemiddelde WBGT tijdens Olympische Spelen: $27,0 \pm 2,8$ °C



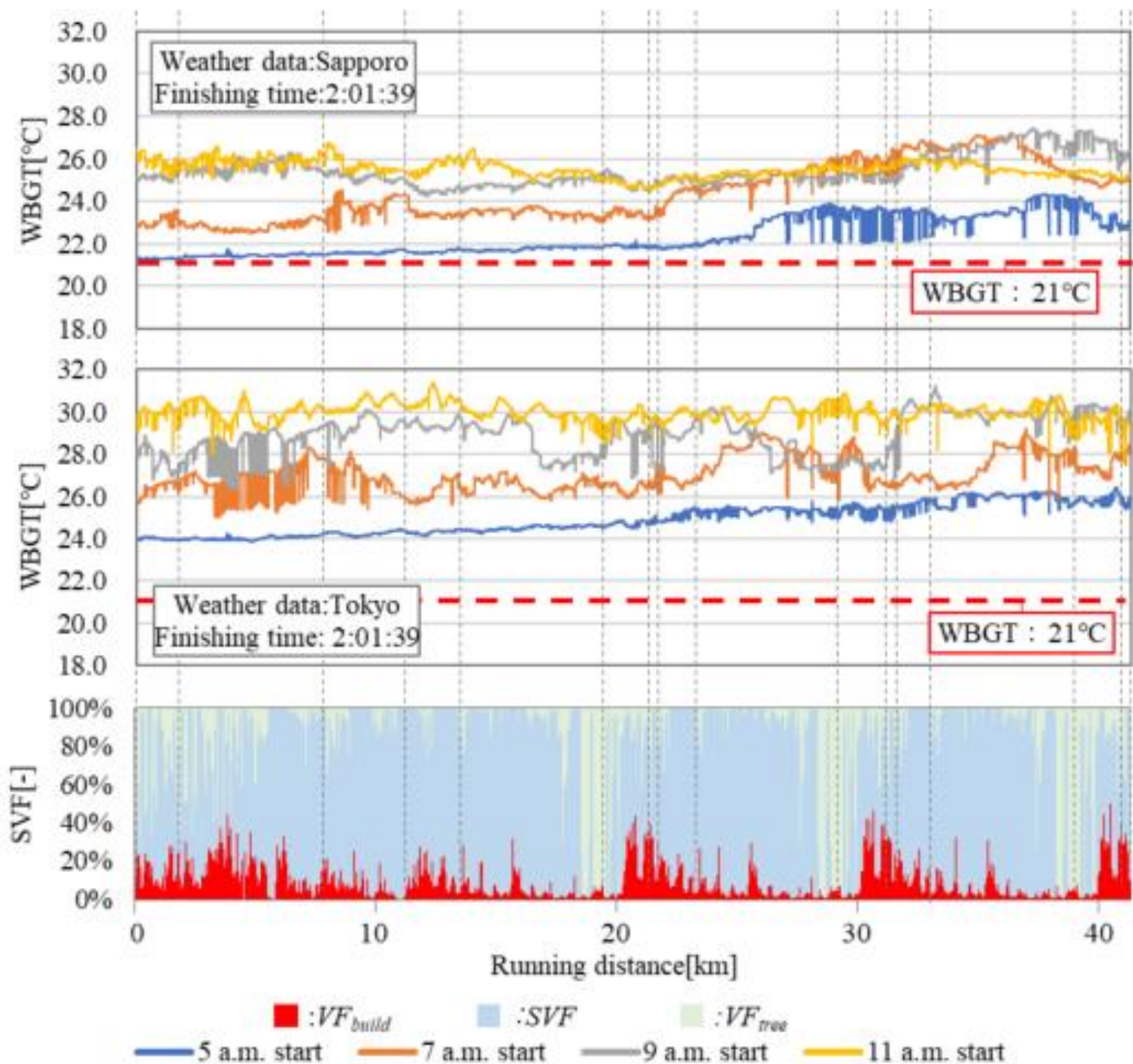
Geschatte WBGT per uur voor Tokyo tijdens de Olympische Spelen (24 Juli - 9 Augustus)

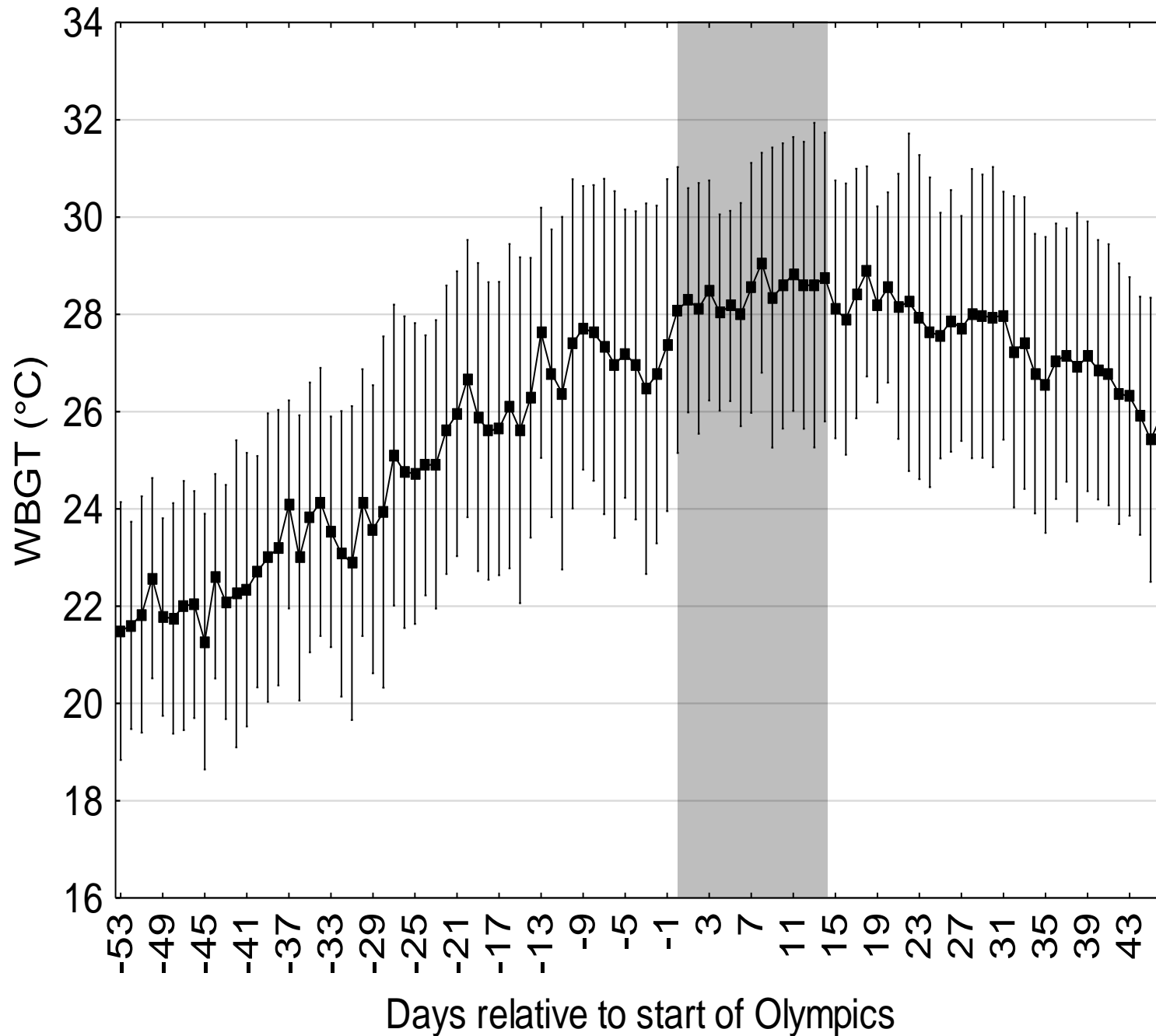


# Tokio OS

## Risk Assessment of Heat Stroke during the Marathon of the Tokyo 2020 Olympics in Sapporo, Hokkaido

Osawa Hisato <sup>1,\*</sup>, Taro Mori <sup>1</sup>, Kouichi Shinagawa <sup>2</sup>, Satoshi Nakayama <sup>3</sup>, Hayato Hosobuchi <sup>4</sup> and Emad Mushtaha <sup>5</sup>





WBGT (gemiddeld van 12-15 uur)  
 gerelateerd aan de start van de  
 Olympische spelen (dag 0)  
 gebaseerd op meteo data 1990 –  
 2018

## Ambient Conditions Prior to Tokyo 2020 Olympic and Paralympic Games: Considerations for Acclimation or Acclimatization Strategies

Nicola Gerrett<sup>1</sup>, Boris R. M. Kingma<sup>2</sup>, Robert Sluifjter<sup>3</sup> and Hein A. M. Daanen<sup>1\*</sup>



2019



Faculty of  
 Behavioural and  
 Movement Sciences

# Vorbereiden op hitte van OS

105 Olympische atleten deden een maxtest in het Tokio Klimaat en Nederlands Klimaat. Prestatieverlies was gemiddeld 26%

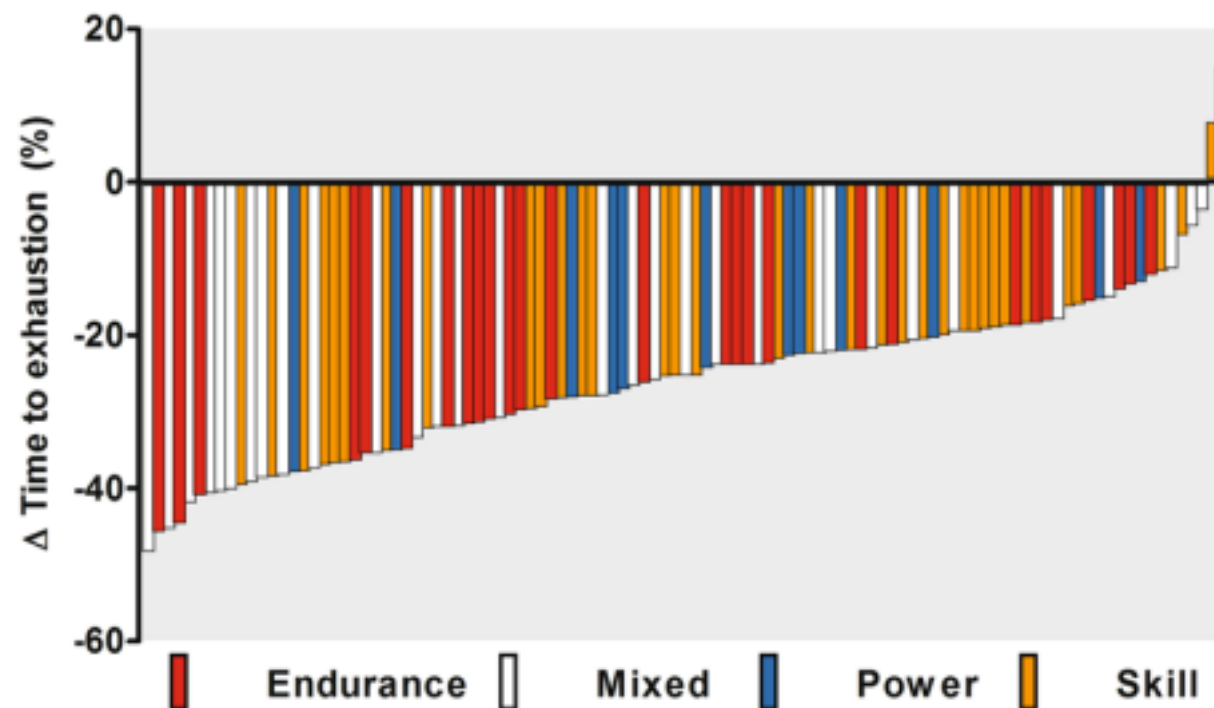


Sports Medicine (2021) 51:2423–2436  
<https://doi.org/10.1007/s40279-021-01530-w>

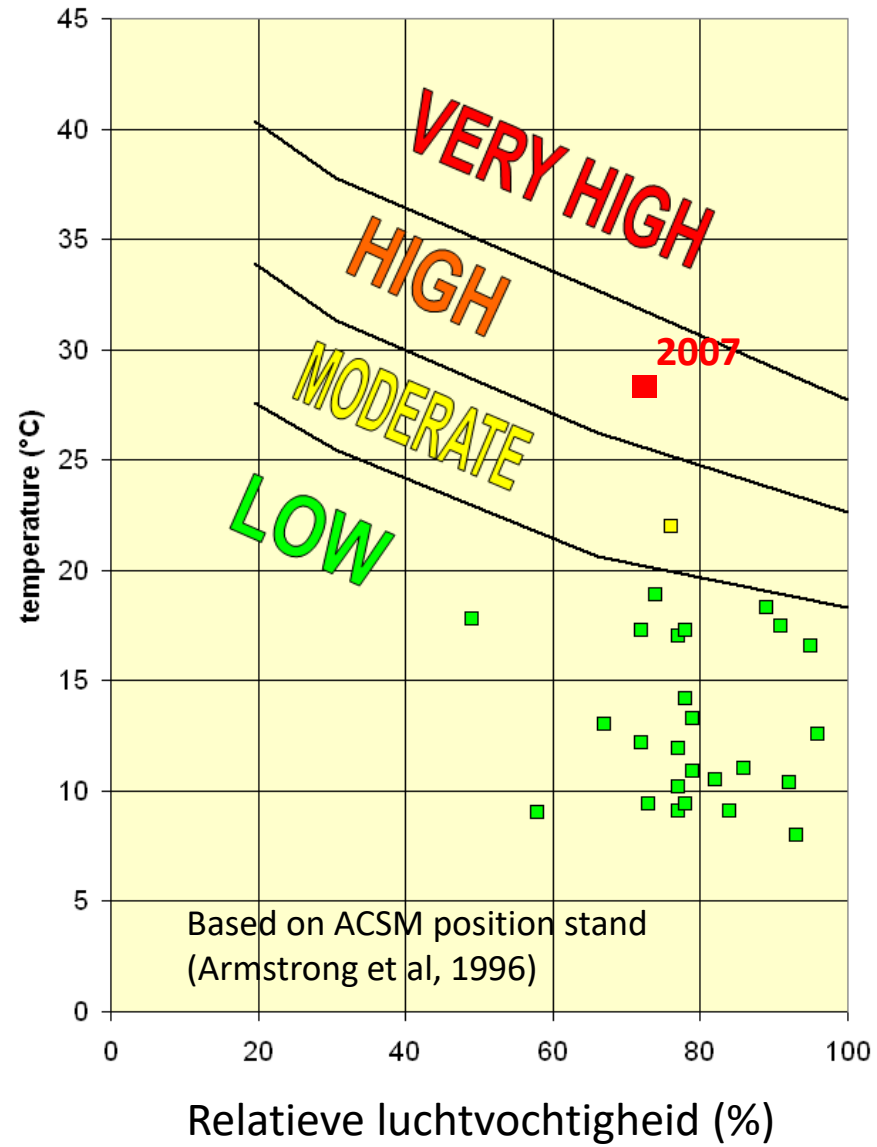
ORIGINAL RESEARCH ARTICLE

Exercise Performance and Thermoregulatory Responses of Elite Athletes Exercising in the Heat: Outcomes of the Thermo Tokyo Study

Johannus Q. de Kort<sup>1</sup> · Coen C. W. G. Bongers<sup>1</sup> · Maria T. E. Hopman<sup>1</sup> · Thijs M. H. Eijvogels<sup>1</sup>



# Kans op hitteproblemen tijdens Marathon van Rotterdam tot en met 2007





# Wanneer niet starten?

## Determining a “Do Not Start” Temperature for a Marathon on the Basis of Adverse Outcomes

WILLIAM O. ROBERTS

Department of Family Medicine and Community Health, University of Minnesota Medical School, Minneapolis, MN

Med. Sci. Sports Exerc., Vol. 42, No. 2, pp. 226–232, 2010

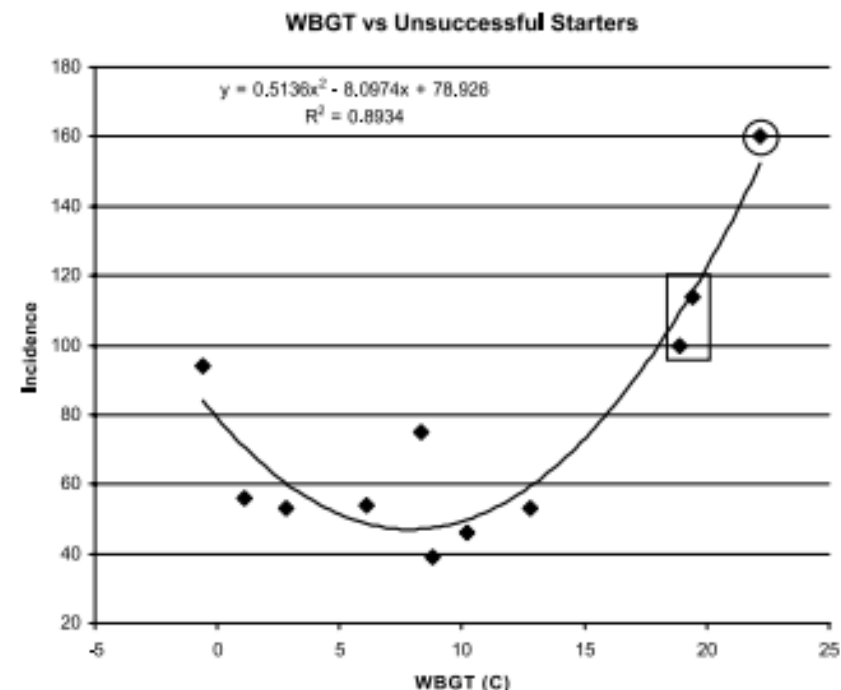


FIGURE 1—The 1997–2008 TCM unsuccessful runners per 1000 finishers plotted against start WBGT shows increasing risk with WBGT above 13°C (55.4°F). About 100–120 unsuccessful starters per 1000 finishers are borderline for MCI (rectangle) and 160 is area-wide (true) MCI (circle).

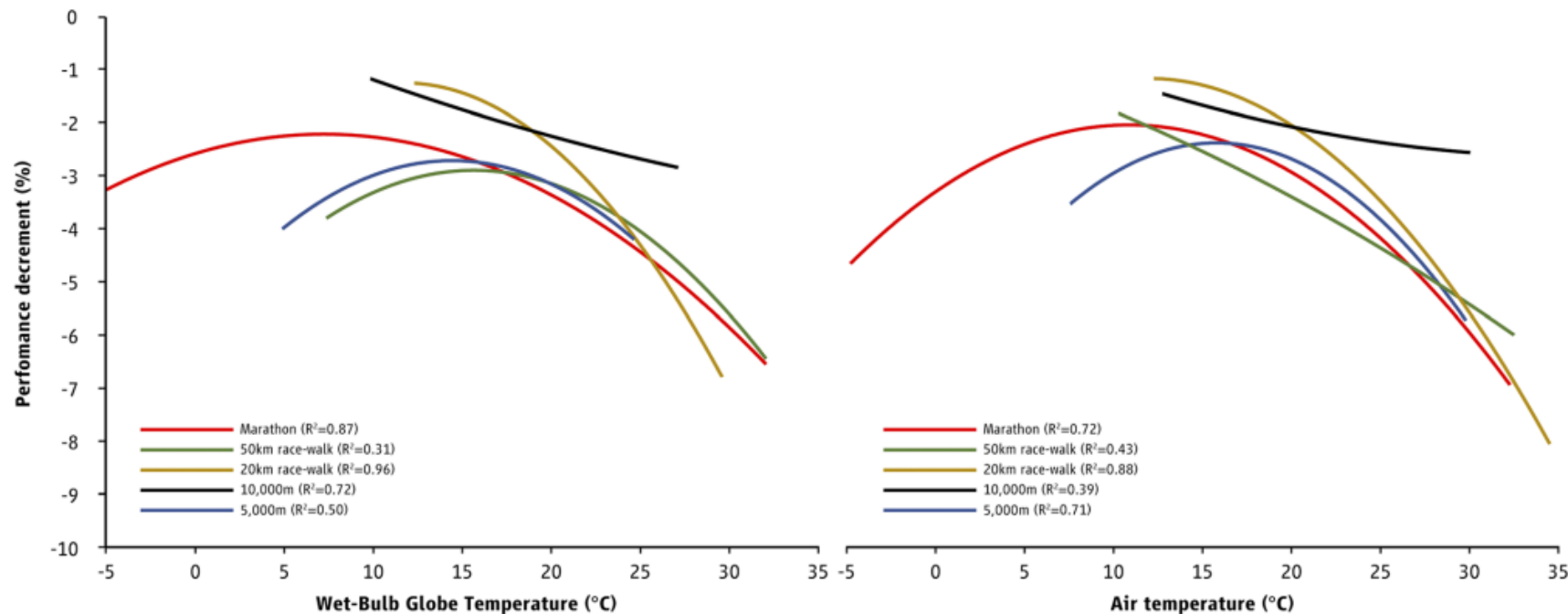
Year	Race	Start Time (CX Time)	Start WBGT at °C (°F)	ENT	ST	FIN	DNF	ME	ME + DNF/1000 FIN
2004	Boston—Boston Area, MA	1200 h	22.7 (73)	20,344	18,003	16,783	1220	1100	132
2006	Med City—Rochester, MN	0800 h (1230 h)	27 (80)	376	292	139	153	24+	Midrace cancellation
2006	Mad City—Madison, WI	0800 h (1315 h)	27.4 (81.3)	NA	1270	788	482	>100	Midrace cancellation
2007	Rotterdam—Rotterdam, Netherlands	1130 h (1430 h)	20.5 (69)	20,000	7800	4200	3600	NA	Midrace cancellation
2007	London—London, England	0945 h	18.1 (64.6)	46,500	36,396	35,688	708	NA	NA
2007	Twin Cities—Minneapolis-St Paul, MN	0800 h	22.1 (71.8)	11,500	8093	7226	867	291	160
2007	Chicago—Chicago, IL	0800 h (1135 h)	22.2 (72)	45,000	36,280	25,534	10,746	685	Midrace cancellation
2008	Preferred Care—Rochester, NY	0800 h (NA)	22.2 (72)	NA	618	567	51	129	301 midrace cancellation

# Optimale temperatuur voor marathon?

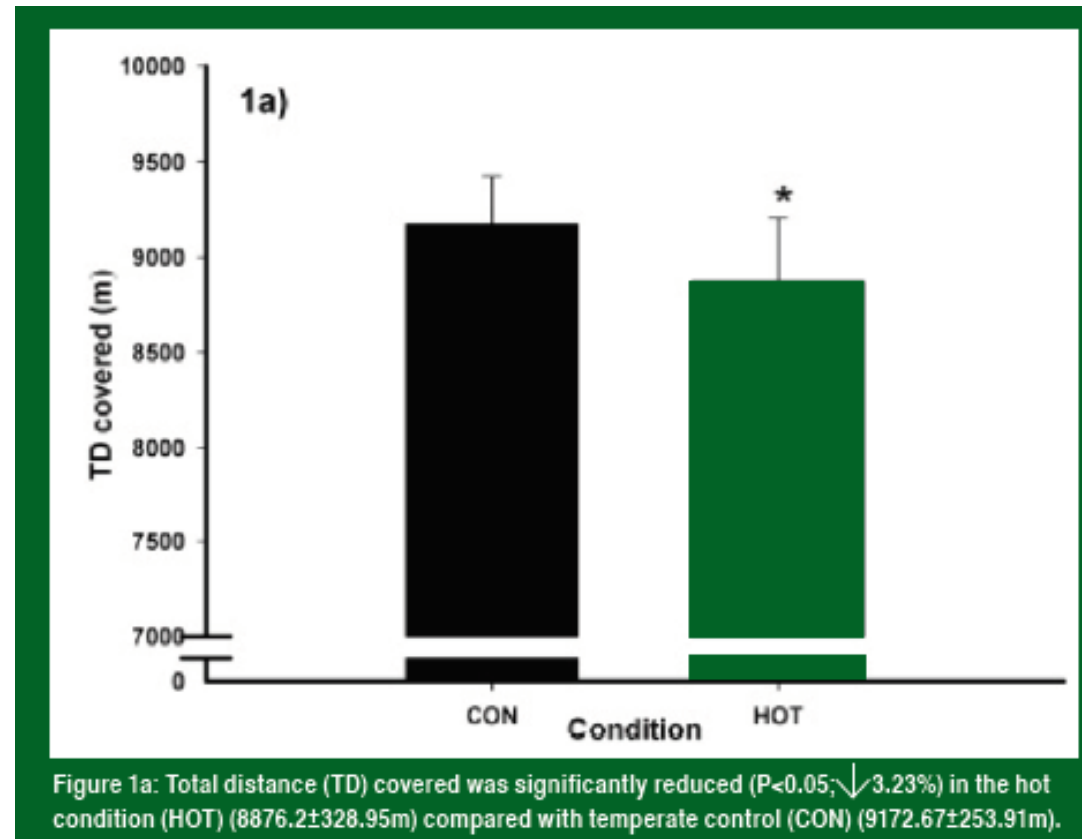
## Effects of Weather Parameters on Endurance Running Performance: Discipline-specific Analysis of 1258 Races

Two-hour marathon requires mother nature's help  
Foster, De Koning, Daanen (JAP, 2010)  
Model laat zien dat omgevingstemperatuur <11°C moet zijn

KONSTANTINOS MANTZIOS<sup>1</sup>, LEONIDAS G. IOANNOU<sup>1</sup>, ZOE PANAGIOTAKI<sup>1</sup>, STYLIANI ZIACA<sup>1</sup>, JULIEN D. PÉRIARD<sup>2</sup>, SÉBASTIEN RACINAIS<sup>3</sup>, LARS NYBO<sup>4</sup>, and ANDREAS D. FLOURIS<sup>1</sup>



# Prestatieverlies voetbal



Taylor & Rollo, Sports Science Exchange (2014) Vol. 27, No. 131, 1-9

# Wat kan er fout gaan? Hitteziekten



- Hitte-uitslag
- Hittekrampen
- Hitte-uitputting
- **Hitteberoerte**

Lichaamstemperatuur > 40°C

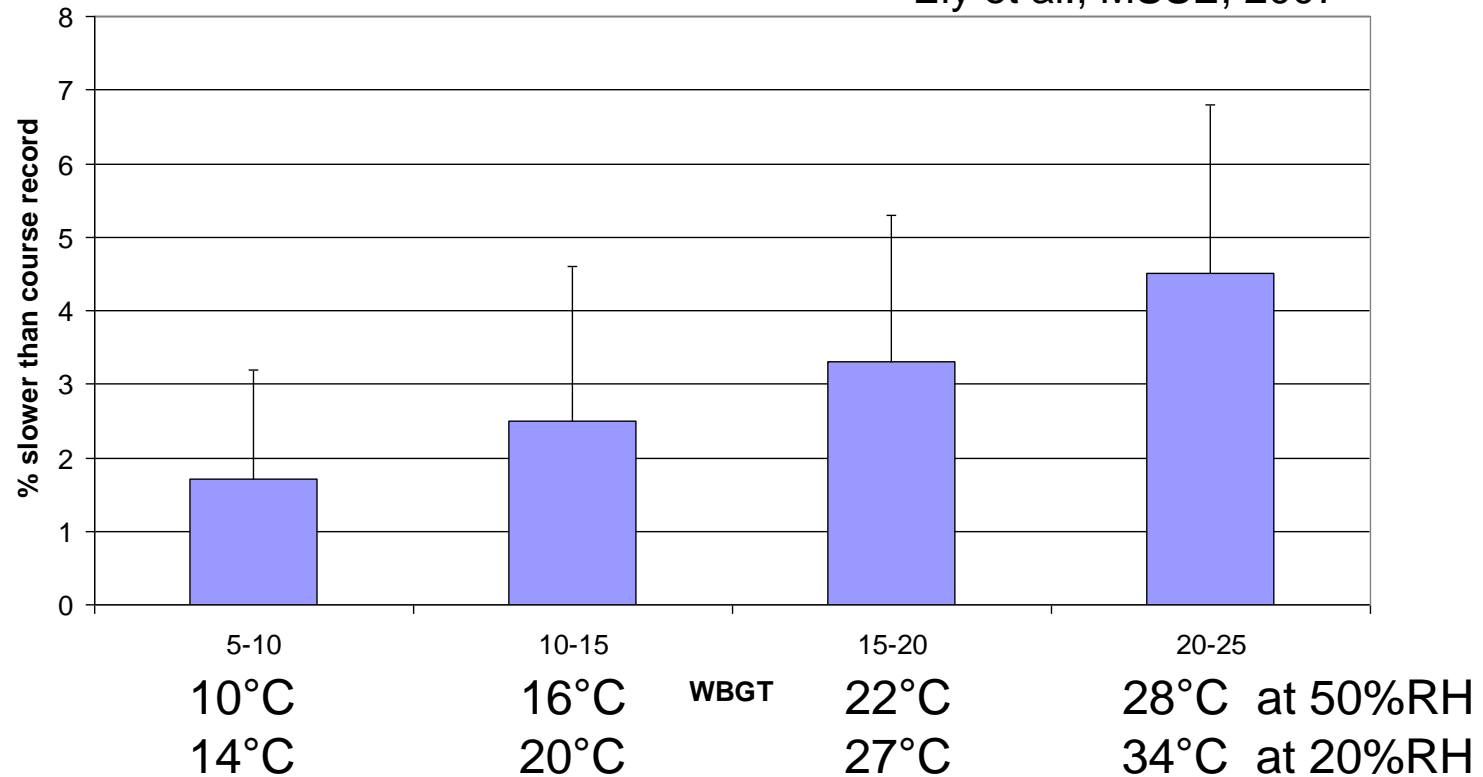
Aandoening van centraal zenuwstelsel  
(overgeven, hoofdpijn e.d.)



# Prestatieverlies in hitte

Prestatieverlies gerelateerd aan WBGT voor 7 marathons in US/Canada

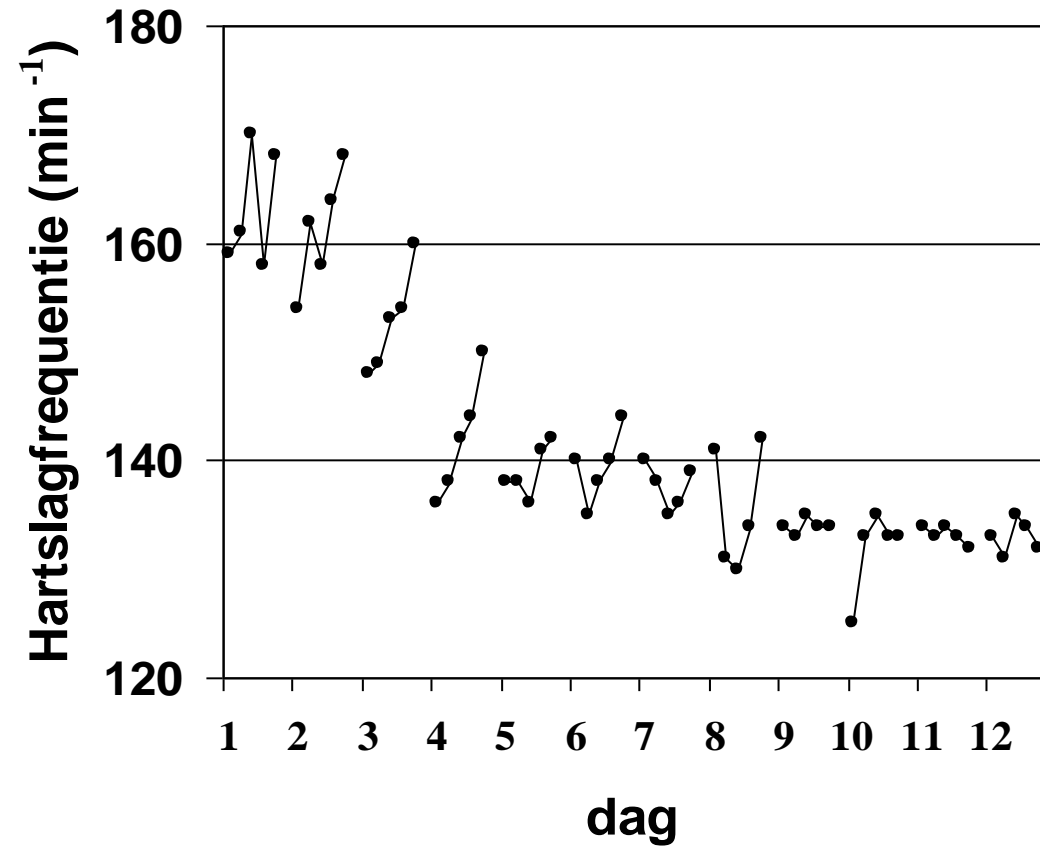
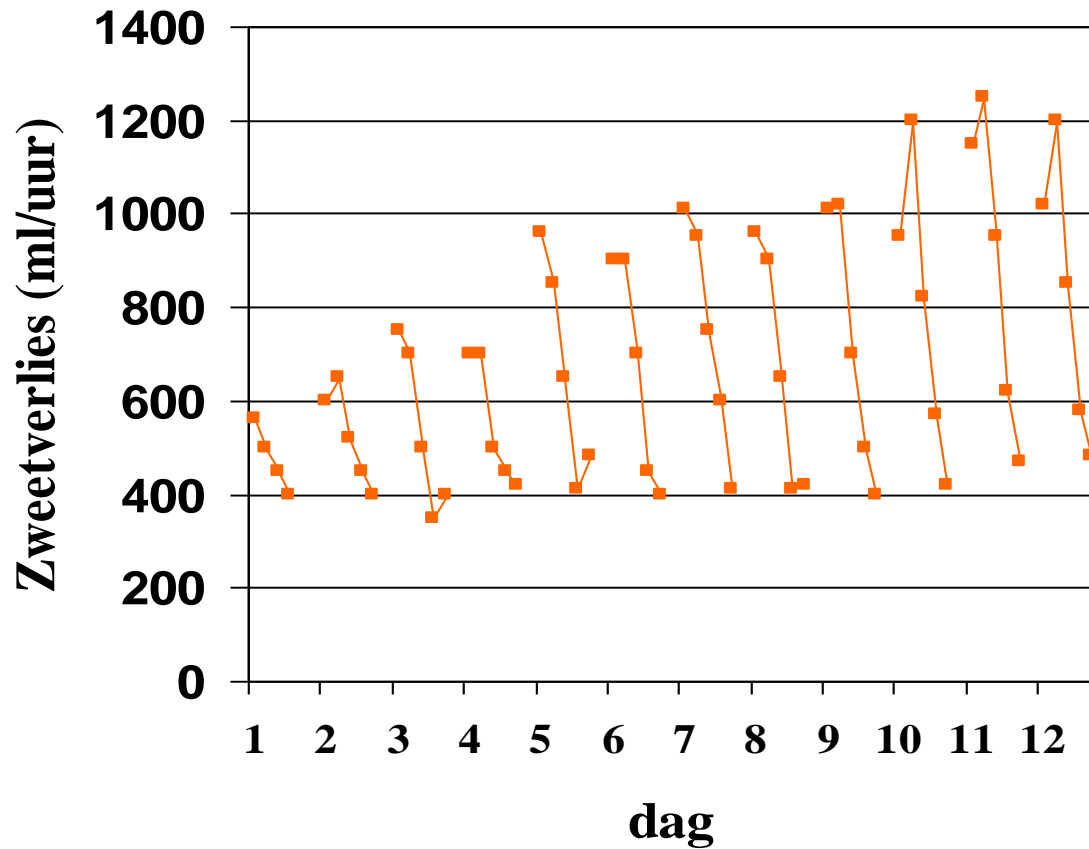
Ely et al., MSSE, 2007



# Beperken prestatieverlies in de hitte

- Selectie - magere kleine mensen hebben minder risico
- Pacing strategie – rustig beginnen in hitte
- **Acclimatisatie aan hitte**
- Fysieke training (cross acclimatisatie)
- Drinken
- Koelen (voor, tijdens en na inspanning)

# Hitte acclima(tisa)tie



Strydom et al., 1966

## EXERCISE UNDER HEAT STRESS: THERMOREGULATION, HYDRATION, PERFORMANCE IMPLICATIONS, AND MITIGATION STRATEGIES

### AUTHORS

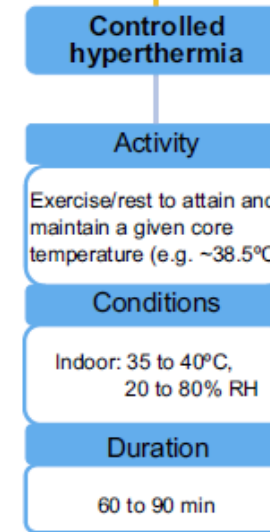
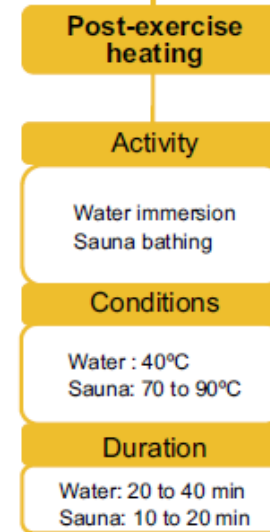
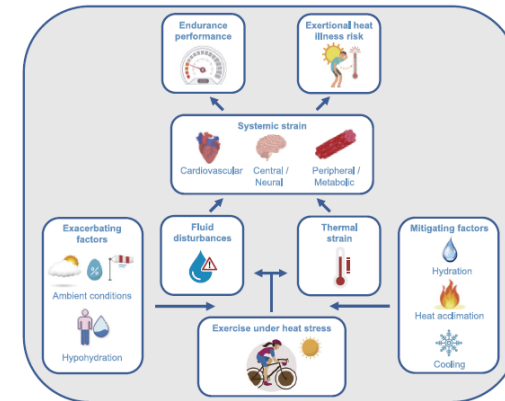
Julien D. Périard, Thijs M. H. Eijssvogels,  
Hein A. M. Daanen

### CORRESPONDENCE

julien.periard@canberra.edu.au

### KEY WORDS

cooling; exercise capacity; fatigue; fluid balance;  
heat acclimation



# Hoe acclimatiseer je goed?

- Omgevingtemp > verwacht (bijv. 32°C)
- Vochtigheid > verwacht (bijv. 75%)
- Tijdsduur > verwacht (advies > 1 uur/dag)
- Controlled hyperthermia (kerntemp 38,5°C)
- Idealiter >10 dagen, maar kan worden geïndividualiseerd
- Koelte tijdens de nachten (nodig voor herstel)



# Conclusies

- Sportprestatie daalt in de hitte
- Verdampen van zweet is het belangrijkste koelmechanisme tijdens de marathon in hitte
- Langdurige verstoring van de warmtebalans kan leiden tot hitte-letsels
- Hitte-beroerte is de ernstigste vorm
- Hitte-acclimatisatie helpt in het voorkómen van hitte-beroerte

# Aanbevelingen



## IOC consensus statement on recommendations and regulations for sport events in the heat

Sebastien Racinais <sup>1</sup>, Yuri Hosokawa <sup>2</sup>, Takao Akama <sup>2</sup>,  
Stephane Bermon <sup>3</sup>, Xavier Bigard<sup>4</sup>, Douglas J Casa <sup>5</sup>, Andrew Grundstein <sup>6</sup>,  
Ollie Jay <sup>7</sup>, Andrew Massey <sup>8</sup>, Sergio Migliorini<sup>9</sup>, Margo Mountjoy<sup>10</sup>,  
Nebosa Nikolic<sup>11</sup>, Yannis P Pitsiladis <sup>12</sup>, Wolfgang Schobersberger <sup>13,14</sup>,  
Juergen Michael Steinacker<sup>15</sup>, Fumihiko Yamasawa <sup>16</sup>,  
David Anthony Zideman <sup>17</sup>, Lars Engebretsen<sup>18</sup>, Richard Budgett<sup>19</sup>

- ⇒ Het beschermen van de gezondheid en veiligheid van de atleet tijdens sportevenementen in de hitte vereisen betrokkenheid en samenwerking tussen de lokale organisatie commissie, zowel nationaal als internationaal federaties, de atleten en hun entouages en het medische team.
- ⇒ De lokale organisator moet toezicht houden op en communiceren over de omgevingsomstandigheden voor en tijdens het evenement, verstrekken van voldoende ijs en vocht en voorstellen doen over adequate voorzieningen voor het beperken van hittestress (bijv. schaduw- en herstelgebieden).
- ⇒ De atleet moet zich specifiek voorbereiden op de verwachte omgevingsomstandigheden (dat wil zeggen hitte acclimatisatie), de gezondheidsstatus beheren en de hydratatie, koeling, warming-up en kleding plannen rekening houdend met de risico's die gekoppeld zijn aan de voorspelde omgevingsvoorwaarden.
- ⇒ Medische zorgverleners moeten specifieke zorg ontvangen training over het omgaan met hitteberoerte bij inspanning en diagnose (inclusief beoordeling van de rectale temperatuur) evenals bij het gebruik van snelle koeling.
- ⇒ Internationale federaties worden aangemoedigd om beleid te ontwikkelen over hitte met een duidelijk communicatietraject over het risiconiveau en de daaraan verbonden risico's en tegenmaatregelen (bijvoorbeeld door gebruik te maken van een kleurgecodeerde 1-5 hittestressschaal)

# Dank voor uw aandacht

- [h.a.m.daanen@vu.nl](mailto:h.a.m.daanen@vu.nl)
- Please visit
- [www.heindaanen.nl](http://www.heindaanen.nl)

