

De weersomstandigheden hebben grote invloed op sportprestaties. Zowel koude als warmte kunnen tot specifieke problemen leiden. In dit artikel bespreken wij de specifieke warmtegerelateerde problemen tijdens (duur)inspanning. Naast de pathofysiologie wordt de praktische kant belicht, zoals symptomen en behandeling.

Warmtegerelateerde problemen tijdens inspanning

Tom Wiggers & John IJzerman

Tijdens fysieke inspanning zorgen de spieractiviteit en een toename van het metabolisme voor extra warmteproductie. Hoeveel warmte er wordt geproduceerd wordt voor een belangrijk deel bepaald door de intensiteit van de inspanning. Om te hoog oplopen van de lichaamstemperatuur te voorkomen moet het lichaam de overtollige warmte zien kwijt te raken.

Afvoer van warmte

De geproduceerde lichaamswarmte kan op vier manieren worden afgevoerd: via geleiding, straling, verdamping (zweeten) en convectie (stroming). In rust bij kamertemperatuur wordt de meeste warmte afgevoerd via straling. Tijdens inspanning is verdamping van zweet veruit de belangrijkste manier om warmte te verliezen. In warme omstandigheden is het lastiger om lichaamswarmte af te geven, omdat de gradiënt tussen de lichaams- en luchttemperatuur kleiner is dan in koude omstandigheden. Iets dergelijks geldt voor de luchtvochtigheid: hoe hoger deze is, des te beperkter de mogelijkheid om vocht te verdampen en zo warmte af te geven.¹ Kortom, warme en vochtige omstandigheden beperken de afgifte van lichaamswarmte tijdens

inspanning.² Sporten in zulke omstandigheden is dus een zwaardere belasting voor het lichaam dan sporten in koelere omstandigheden. De lichaamstemperatuur stijgt (hyperthermie) en het lichaam droogt uit (dehydratie). Dit kan tot problemen leiden, in het meest extreme geval tot een levensbedreigende hitteberoerte (exertional heat stroke, EHS).

WBGT

De impact van de weersomstandigheden op het lichaam wordt samengevat in de zogenaamde 'natteboltemperatuur' (wet bulb globe temperature, WBGT). De WBGT is een samenstelling van de luchttemperatuur, luchtvochtigheid, windsnelheid en stralingssterkte. Aan de hand van de WBGT kan worden bepaald of een persoon onder bepaalde omgevingsomstandigheden kan sporten. Richtlijnen voor het aanpassen of uitstellen van sportactiviteiten aan de hand van de WBGT zijn opgesteld door het *American College of Sports Medicine* (ACSM) en worden ook gebruikt door de internationale atletiekfederatie (IAAF) (zie tabel 1).

Ook andere oorzaken!

In dit artikel bespreken wij de verschil-

WBGT (°C)	Continue activiteit en wedstrijden	TRAINING EN INTERVALACTIVITEITEN	
		Niet geacclimatiseerde sporters, sporters met een slechte conditie of een verhoogd risico op hittegerelateerde problemen	Geacclimatiseerde sporters, sporters met een goede conditie en een laag risico op hittegerelateerde problemen
< 10,1	Over het algemeen veilig; EHS kan voorkomen door persoonlijke oorzaken	Normale sportactiviteit	Normale sportactiviteit
10,1-18,3	Over het algemeen veilig; EHS kan voorkomen	Normale sportactiviteit	Normale sportactiviteit
18,4-22,2	Risico op EHS en andere hittegerelateerde aandoeningen begint toe te nemen. Sporters met een verhoogd risico moeten extra in de gaten worden gehouden of niet deelnemen aan de wedstrijd.	Verhoog de rustarbeid verhouding, controleer de vochtinname	Normale sportactiviteit
22,3-25,6	Verhoogd risico voor alle deelnemers	Verhoog de rustarbeid verhouding en verminder de totale belastingduur	Normale sportactiviteit, controleer de vochtinname
25,7-27,8	Risico voor niet fitte, niet geacclimatiseerde deelnemers is hoog	Verhoog de rustarbeid verhouding, verminder de intensiteit en de duur van de belasting	Normale sportactiviteit, controleer de vochtinname
27,9-30,0	Afgelasten i.v.m. het risico op EHS	Verhoog de rustarbeid verhouding naar 1:1, verlaag de intensiteit en de duur van de belasting. Beperk intensieve oefeningen. Houd sporters met een verhoogd risico nauwgezet in de gaten.	Plan intensieve of langdurige belasting zorgvuldig, houd sporters met een verhoogd risico zorgvuldig in de gaten.
30,1-32,2		Training en wedstrijd afgelasten of stoppen	Beperk intensieve training en totale dagelijkse blootstelling aan hitte en luchtvochtigheid. Wees alert op eerste tekenen en symptomen van EHS.
> 32,2		Training afgelasten	Gelast de training af, voor alle sporters is er sprake van niet te compenseren warmtebelasting.

Tabel 1. Richtlijnen voor aanpassing en afgelasting van sportwedstrijden en trainingen voor gezonde volwassenen op basis van de WBGT (vertaald overgenomen uit Armstrong et al.²).

lende warmtegerelateerde problemen tijdens inspanning. In de praktijk mogen andere oorzaken van een in de warmte onwel geworden sporter nooit vergeten worden, onder andere cardiale oorzaken of een hypoglycemie (lage bloedsuikerspiegel). Die vallen echter buiten het bestek van dit artikel.

Spijkramp (exercise associated muscle cramp, EAMC)

Spijkramp is een veelvoorkomend probleem, dat weliswaar vaker voorkomt in warme omstandigheden, maar geen specifieke warmtegerelateerde aandoening is. Voorheen werd EAMC ook wel hittekramp genoemd met als achterliggende gedachte dat het ontstaat door dehydratie en verlies van elektrolyten. De huidige hypothese is echter dat EAMC wordt veroorzaakt door veranderingen in activiteit van spinale reflexen door vermoeidheid.³ Hoewel het lichaam wel gevoeliger voor spijkramp is als er door veel zweten sprake is van dehydratie en een tekort aan elektrolyten, kan de term

hittekramp beter vermeden worden.⁴ De hoeksteen van de behandeling van EAMC is het rekken van de aangedane spier(groep), naast het corrigeren van eventuele dehydratie en elektrolyten tekort.

Collaps (exercise associated postural hypotension, EAPH)

EAPH is een kortdurende onwelwording bij een sporter die plotseling stil gaat staan (typisch bij de finish) en wordt daarom ook wel de *runners collapse* genoemd. Dit fenomeen kan onder alle weersomstandigheden optreden, maar als er sprake is van dehydratie zijn sporters hiervoor gevoeliger. Bij stilstaan stopt de werking van de spierpomp in de benen, waardoor het bloed in de gevasodileerde venen blijft staan en er dus minder bloed naar het hart wordt teruggepompt. Dit zorgt voor tekort aan bloed en dus zuurstof in de hersenen en zo voor een onwelwording en val. Het feit dat iemand op de grond komt te liggen, is dan ook meteen de oplossing

van dit probleem, omdat het bloed de zwaartekracht dan niet meer hoeft te overwinnen om bij de hersenen te komen en er dus weer meer bloed heen stroomt. Dit kan worden gestimuleerd door de benen omhoog te brengen. Preventie is eenvoudig: sporters moeten worden gestimuleerd om na de finish door te wandelen en niet stil te gaan staan.

Hitte-uitputting (exertional heat exhaustion, EHE)

Hitte-uitputting is eigenlijk een voorstadium van de hieronder besproken hitteberoerte. Het wordt gekenmerkt door de onmogelijkheid om door te gaan met sporten door een te hoge lichaamstemperatuur (38,0°C tot 40,5°C), maar zonder orgaanschade en zonder disfunctie van het centrale zenuwstelsel.² De behandeling is verplaatsing van de sporter naar een koelere plek (schaduw) en koeling met icepacks of natte handdoeken. De sporter moet geobserveerd worden door hulpverleners om te zien of er

niet alsnog een hitteberoerte optreedt. Bij twijfel of bij onmogelijkheid om de lichaamstemperatuur te meten, moet de situatie als hitteberoerte worden beschouwd.²

Hitteberoerte (exertional heat stroke, EHS)

Een hitteberoerte is een zeer ernstige en levensbedreigende aandoening. Door snelle herkenning en adequate behandeling kan de morbiditeit en mortaliteit aanzienlijk verminderd worden. Dehydratie draagt bij aan de ontwikkeling van EHS, maar EHS kan ook optreden zonder aanwezigheid van dehydratie. Er is een grote individuele variatie in de gevoeligheid voor EHS, mogelijk is dat zelfs een belangrijkere factor dan de weersomstandigheden op zich. Over het algemeen hebben minder getrainde sporters een grotere kans op EHS dan beter getrainde sporters. Training verbetert de cardiovasculaire functie en daarmee het vermogen om te gaan met de extra geproduceerde lichaamswarmte.

De pathofysiologie van EHS is een cascade die begint op het moment dat de normale aanpassingen aan fysieke activiteit in de warmte tekort schieten en eindigt met het falen van meerdere orgaansystemen. Een normale verandering bij sporten is de herverdeling van vocht in het lichaam van centraal naar vooral de spieren en de huid. In warme omstandigheden gaat er door zweten veel vocht verloren, wat tot een daling van het intravasculaire volume leidt. Dit zal in eerste instantie gecompenseerd worden door een toename van de hartfrequentie, maar bij verdere afname van het intravasculaire volume zal het hartminuutvolume gaan dalen. Er wordt dan minder bloed rondgepompt, waardoor het prestatievermogen zal afnemen. Bij ernstige dehydratie (> 5% verlies van lichaamsgewicht) zal er opnieuw een herverdeling van bloed plaatsvinden, ditmaal van de huid naar centraal om de orgaanperfusie intact te

houden. Door verminderde perfusie van de huid is de warmteafgifte verminderd, waardoor de lichaamstemperatuur zal stijgen.⁵ In theorie zal het zweten op een zeker moment volledig stoppen bij een sporter met EHS, maar vaak is de lichaamstemperatuur voor die tijd al zodanig opgelopen, dat er al dysfunctie van het centrale zenuwstelsel optreedt. Dit uit zich als desoriëntatie, coördinatieverlies, geïrriteerdheid en in het ernstigste geval coma en overlijden.² Complicaties van EHS kunnen alle organen betreffen: hart (ritmestoornissen), longen (oedeem), zenuwstelsel (coma) en schade aan spieren (rhabdomyolyse), lever en nieren.^{5,6}

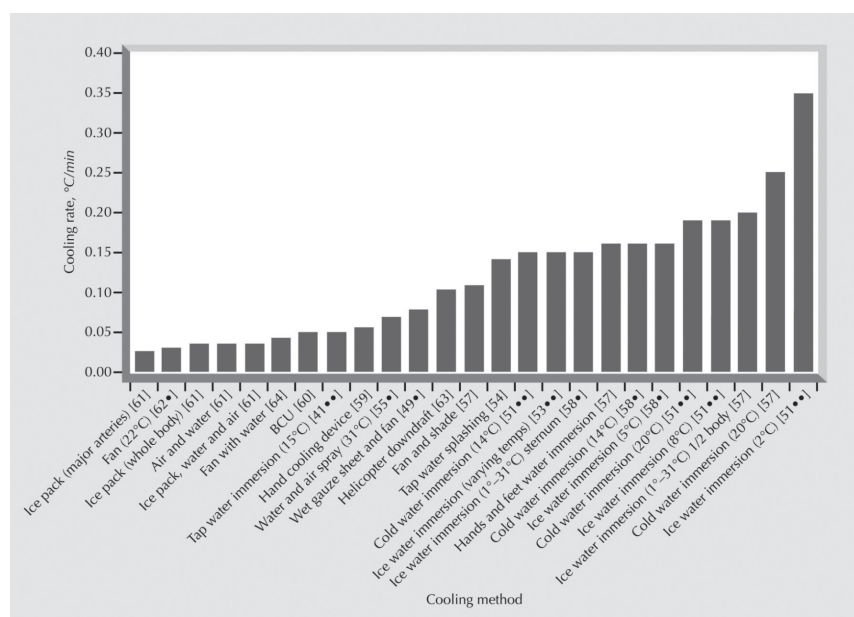
Metten lichaamstemperatuur

De diagnose EHS is een combinatie van een lichaamstemperatuur boven de 40,5°C en dysfunctie van het centrale zenuwstelsel. Als er sprake is

van de lichaamstemperatuur. De veelgebruikte oorthermometer onderschat de werkelijke lichaamstemperatuur tijdens het sporten.⁸ In rust bij normothermie is er maar een klein, klinisch niet relevant verschil tussen de beide meetmethoden.⁸ Dit verschil neemt echter toe bij een hogere lichaamstemperatuur (zoals tijdens inspanning), tot een gemiddeld verschil van 1,7°C bij een lichaamstemperatuur > 39,0°C.⁸

Behandeling

De behandeling van EHS moet erop gericht zijn de lichaamstemperatuur zo snel mogelijk onder de 40°C te krijgen, omdat de prognose (mortaliteit en morbiditeit) wordt bepaald door de tijd die het lichaam boven de 40°C is.⁹ De beste behandeling voor een hitteberoerte is dus de behandeling die leidt tot de snelste daling van de lichaamstemperatuur.⁹ De behandeling dient



Figuur 1. Snelheid van daling van de lichaamstemperatuur (in °C per minuut) met de verschillende koelmethode (overgenomen uit: Casa et al.¹¹).

van een onwelwording en/of bewustzijnsverandering bij een sporter, is het meten van de lichaamstemperatuur essentieel. Bij een normale lichaamstemperatuur moeten andere oorzaken worden uitgesloten. De gouden standaard is rectale meting

dus zoveel mogelijk op de sportlocatie plaats te vinden, voordat de sporter wordt vervoerd ('cool first, transport second'). Uit onderzoek (zie figuur 1) blijkt dat het gebruik van koelbaden (cold water immersion, CWI) hiervoor de beste methode is. Deze methode



Figuur 2. Gebruik van koelbaden ('cold water immersion') bij een hardlooptwedstrijd (overgenomen uit: IIRM medical care manual¹⁹).

wordt dan ook aanbevolen in internationale richtlijnen^{2,10-12} en toegepast bij grote Amerikaanse hardlooptwedstrijden (marathons van New York, Boston en Chicago, maar ook korte wedstrijden zoals de 7-mijls Falmouth Road Race) (zie figuur 2).^{1,7,13} De verklaring voor de hoge effectiviteit van koelbaden, in vergelijking met natte handdoeken of cold packs, is dat er een groter lichaamsoppervlakte in contact komt met een koudere omgeving en er dus sneller warmteverlies mogelijk is. Er moet gestreefd worden naar een daling van de lichaamstemperatuur van 0,2°C/min.⁹ Bovendien moet de sporter uit het koelbad gehaald worden op het moment dat de lichaamstemperatuur < 39,0°C is, om doorschieten naar een te lage lichaamstemperatuur (hypothermie) te voorkomen.^{10,14,15} Bij de behandeling van EHS is er geen plaats voor koortsremmende medicatie zoals paracetamol, ten eerste omdat koorts en hyperthermie via een ander mechanisme tot stand komen en ten

tweede omdat het gevaarlijk kan zijn door bijwerkingen op de lever (hepatotoxiciteit).¹⁶

Preventie

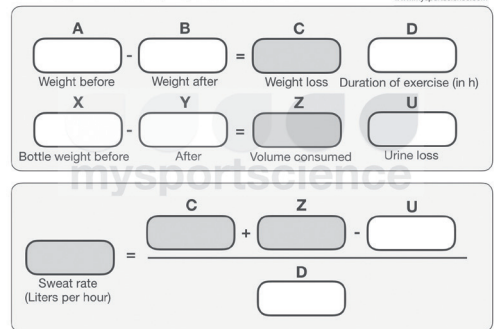
Naast de weersomstandigheden en de individuele gevoeligheid voor EHS zijn er meer risicofactoren (zie tabel 2). Deze informatie kan in de voorlichting aan sporters gebruikt worden om zoveel mogelijk gevallen van hitteberoerte te voorkomen. Ook zijn er korte vragenlijsten ontwikkeld waarmee sporters zelf hun persoonlijke risico op warmtegerelateerde problemen kunnen inschatten.⁵

Hyponatriëmie (exercise associated hyponatremia, EAH)

Lang is dehydratie (uitdroging) gezien als het grootste gevaar bij inspanning in de warmte. Drinken tijdens het sporten werd dan ook zonder limiet aanbevolen. Door onderzoek van Tim

How to calculate sweat rate

Make sure everything is expressed in kg or liters.
Urine loss, if not measured, may be estimated at 0.3L



Figuur 3. Berekenen van het individuele vochtverlies tijdens inspanning (overgenomen van: Jeukendrup²⁰).

Noakes weten we echter, dat hyponatriëmie (serum natriumconcentratie < 135 mmol/l) een veel vaker voorkomend probleem is. Hyponatriëmie treedt op als de elektrolyten (waarvan natrium de belangrijkste is) die worden verloren door het zweten onvoldoende worden aangevuld terwijl er wel vocht wordt ingenomen. Er ontstaat dan een tekort aan natrium in het bloed. Om de natriumconcentratie in het bloed op peil te houden, wordt er water naar het intracellulaire compartiment verplaatst. Dit betekent dat water vanuit het bloed naar de huid en in het ergste geval naar de hersenen (hersenoedeem) gaat, wat een levensbedreigende situatie veroorzaakt.¹⁷ Simpel gezegd is een hyponatriëmie het gevolg van te veel (water) drinken bij veel zweten.

- individuele gevoeligheid voor warmtegerelateerde problemen
- eerdere hitteberoerte of hitte-uitputting
- dragen van warme kleding tijdens het sporten
- aandoening van hart, bloedvaten, longen, nieren, zenuwstelsel of huid
- diabetes mellitus
- overgewicht en obesitas
- medicijngebruik (met name diuretica, antipsychotica en antidepressiva)
- 'peer pressure' (druk van vrienden en familie)
- alcohol- of drugsgebruik voorafgaand aan de sportactiviteit
- slechte acclimatisatie
- slaapttekort

Tabel 2. Risicofactoren voor het oplopen van een hitteberoerte.^{2,12}

- veel drinken voor en tijdens inspanning
- gewichtstoename tijdens inspanning
- inspanningen langer dan 4 uur
- onervarenheid met lange duurinspanning
- klein postuur of juist obesitas ('BMI extremes')
- vrouwelijk geslacht

Noakes stelt dat EAH de belangrijkste overweging moet zijn bij een sporter met bewustzijnsverlies met een normale lichaamstemperatuur.¹⁸ Voordat er sprake is van bewustzijnsverlies, kunnen de volgende symptomen optreden: een vol gevoel, malaise, misselijkheid, braken van heldere vloeistof, hoofdpijn, een opgeblazen gevoel en het hebben van gezwollen lichaamsdelen (te zien aan het strakker zitten van horloge of ringen). Risicofactoren voor het ontwikkelen van EAH staan in tabel 3. Het drinken van sportdrank in plaats van water tijdens de inspanning is een belangrijke manier om het natriumverlies aan te vullen, maar geeft ook geen garantie omdat de concentratie natrium in sportdrank nog altijd lager is dan in het bloed (10-38 mmol/l versus 140 mmol/l) en er dus relatief gezien nog steeds meer natrium dan vocht verloren gaat.¹⁷

Het herkennen van een sporter met een hyponatriëmie is belangrijk, omdat de reflex tot het geven van vocht aan een onwel geworden sporter moet worden onderdrukt. Het geven van vocht kan bij een hyponatriëmie namelijk dodelijk zijn. De juiste behandeling is vochtrestrictie en eventueel het geven van bouillonblokjes en/of een hypertone zoutoplossing (100ml NaCl 3-5%). Voor de preventie van EAH is het belangrijk dat de sporter weet hoeveel hij/zij zweet onder bepaalde omstandigheden, zodat de vochtinname hierop afgestemd kan worden. Dit kan eenvoudig berekend worden met behulp van figuur 3.

Tabel 3. Risicofactoren voor het ontwikkelen van hyponatriëmie tijdens het sporten.¹⁷

Besluit

Sporten in warme, vochtige omstandigheden zorgt voor een zwaardere belasting van het lichaam dan sporten in koelere omstandigheden. Organisatoren van (duur)sportevenementen en trainers kunnen dus meer problemen verwachten in zulke omstandigheden. Preventie hiervan kan door goede voorlichting aan de sporters. Tevens moeten de hulpverleners goed geschoold zijn op vroege herkenning van warmtegerelateerde problemen en de middelen hebben om de juiste behandeling te starten.

Referenties

1. De Martini JK et al. (2014). Environmental conditions and the occurrence of exertional heat illnesses and exertional heat stroke at the Falmouth Road Race. *Journal of Athletic Training*, 49 (4), 478-485.
2. Armstrong LE et al. (2007). American College of Sports Medicine position stand. Exertional heat illness during training and competition. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39 (3), 556-572.
3. Schwellnus MP (2009). Cause of Exercise Associated Muscle Cramps (EAMC) – altered neuromuscular control, dehydration or electrolyte depletion? *British Journal of Sports Medicine*, 43, 401-408.
4. Schallig W, Levels K & Daanen HAM (2017). Heat and exercise associated muscle cramps. *Sport en Geneeskunde*, 50 (1), 30-39.
5. Epstein Y & Roberts WO (2011). The pathophysiology of heat stroke: an integrative view of the final common pathway. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 21, 742-748.
6. Leon LR & Helwig BG (2010). Heat stroke: role of the systemic inflammatory response.

Journal of Applied Physiology, 109, 1980-1988.

7. Boston Marathon medical team bulletin (2016).
8. Huggins R et al. (2012). Comparison of rectal and aural core body temperature thermometry in hyperthermic exercising individuals: a meta-analysis. *Journal of Athletic Training*, 47 (3), 329-338.
9. Gaudio FG & Grissom CK (2016). Cooling methods in heat stroke. *Journal of Emergency Medicine*, 50 (4), 607-616.
10. Casa DJ et al. (2015). National Athletic Trainers' Association position statement: exertional heat illnesses. *Journal of Athletic Training*, 50 (9), 986-1000.
11. Casa DJ et al. (2005). Exertional heat stroke in competitive athletes. *Current Sports Medicine Reports*, 4 (6), 309-317.
12. Casa DJ et al. (2012). Exertional heat stroke: new concepts regarding cause and care. *Current Sports Medicine Reports*, 11 (3), 115-123.
13. De Martini JK et al. (2015). Effectiveness of cold water immersion in the treatment of exertional heat stroke at the Falmouth Road Race. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 47 (2), 240-245.
14. Makranz C, Heled Y & Moran DS (2011). Hypothermia following exertional heat stroke treatment. *European Journal of Applied Physiology*, 111, 2359-2362.
15. Gagnon D et al. (2010). Cold-water immersion and the treatment of hyperthermia: using 38.6°C as a safe rectal temperature cooling limit. *Journal of Athletic Training*, 45 (5), 439-444.
16. Gaudio FG & Grissom CK (2016). Cooling methods in heat stroke. *Journal of Emergency Medicine*, 50 (4), 607-616.
17. Hew-Butler T et al. (2015). Statement of the 3rd International Exercise-Associated Hyponatremia Consensus Development Conference, Carlsbad, California. *British Journal of Sports Medicine*, 49, 1432-1446.
18. Noakes TJ (2002). IMMDA advisory statement on guidelines for fluid replacement during marathon running. *New Studies in Athletics: The IAAF Technical Quarterly*, 17 (1), 15-24.
19. IIRM medical care manual (www.racemedicine.org).
20. www.mysportscience.com

Over de auteurs

Tom Wiggers is sportarts in opleiding, lid van de medische commissie van de Atletiekunie en medisch coördinator van de Dam tot Damloop. John IJzerman is sportarts (niet praktiserend) en voorzitter van de medische commissie van de Atletiekunie.