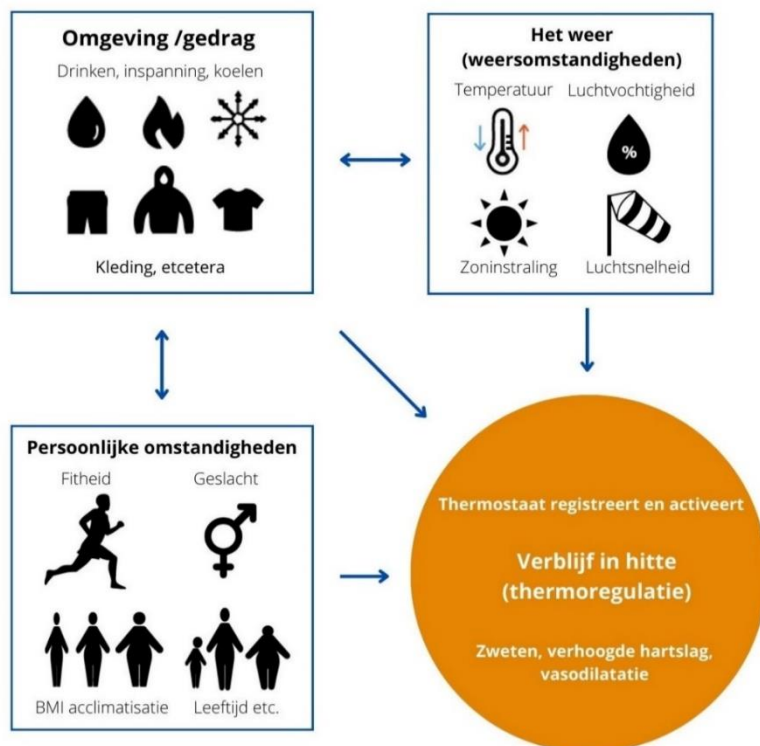


Achtergrondinformatie “Thermoregulatie” behorend bij GGD richtlijn Medische Milieukunde: Hitte en Gezondheid

Inhoud

Fysiologie van de thermoregulatie	2
Opwarming.....	2
Afkoeling	3
Warmteafgifte door het lichaam	3
Verstoring van de warmteregulatie	3
Acclimatisatie.....	4
Referenties.....	5

Thermoregulatie is het geheel aan processen dat de kerntemperatuur (temperatuur van de inwendige organen) in balans houdt. De normale kerntemperatuur van het lichaam tijdens rust ligt op 36,6 °C (95% betrouwbaarheidsinterval: 35,7 en 37,3 °C (Périard, 2021)). Bij thermoregulatie zijn verschillende factoren van invloed, zoals onder andere omgeving, het gedrag, de weersomstandigheden en persoonlijke omstandigheden, zie Figuur 1.



Figuur 1. Thermoregulatie (Périard, 2021).

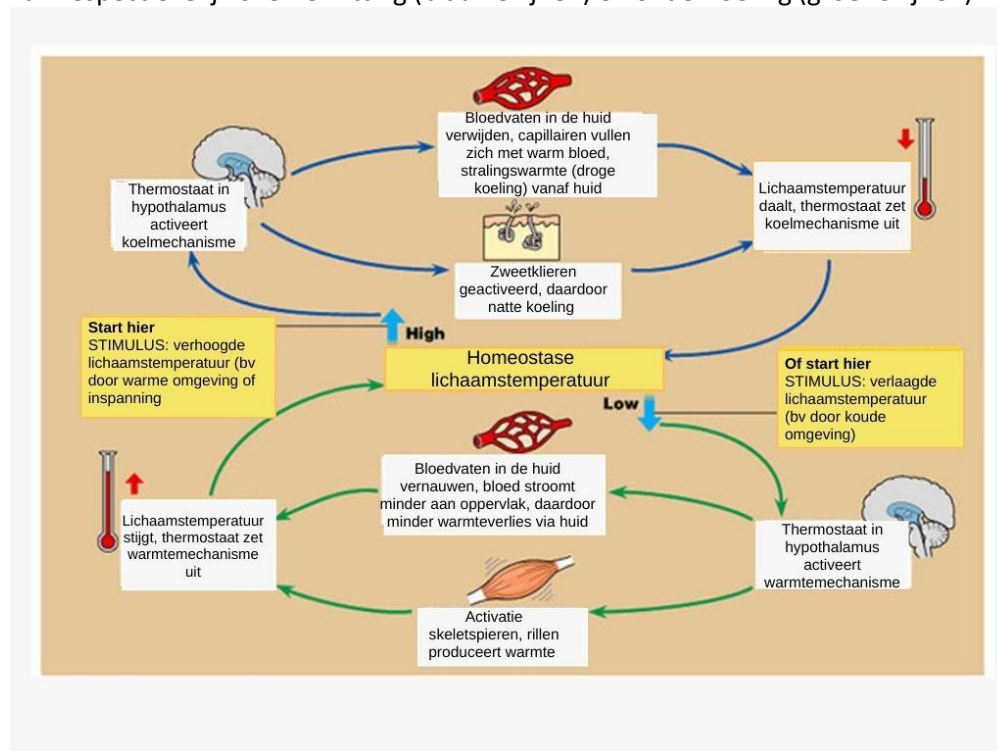
De omgevingstemperatuur, luchtvochtigheid, luchtsnelheid en de intensiteit van (in)directe straling van de zon bepalen in hoeverre er warmte vanuit de omgeving wordt toe- of afgevoerd naar of van iemands lichaam.

De hoogte van de kerntemperatuur wordt ook beïnvloed door persoonlijke factoren: leeftijd, geslacht, erfelijkheid, fitheid, het lichaamsoppervlak en de verhouding tussen lichaamsoppervlak en gewicht spelen een rol. Bij vrouwen bepaalt de menstruatiecyclus mede iemands kerntemperatuur en bij zowel mannen als vrouwen is het tijdstip van de dag van invloed (Périard, 2021).

Tot slot zijn gedrag en omgeving van belang. Via gedrag kan iemand zijn temperatuur reguleren. Denk aan voldoende drinken, het inspanningsniveau aanpassen, veranderen van kleding of het nemen van verkoelende maatregelen zoals lichaamsdelen besprenkelen met koud water of naar een koelere plek gaan. Omgevingsfactoren die van invloed zijn, zijn bijvoorbeeld de aanwezigheid van een schaduwrijke plek, een koelere ruimte of verkoelend water.

Fysiologie van de thermoregulatie

Door thermoregulatie wordt de warmteproductie en warmteafgifte met elkaar in evenwicht gehouden. Figuur 2 beschrijft fysiologische processen in een warme en koude omgeving bij dreiging van respectievelijk oververhitting (blauwe lijnen) en onderkoeling (groene lijnen).



Figuur 2. Thermoregulatie: fysiologische processen (naar: Pearson Education, inc., publishing as Benjamin Cummings)

Opwarming

Door inspanning en warmte vanuit de omgeving kan de lichaamstemperatuur oplopen. Bij eine hogere kerntemperatuur reageert het lichaam hierop met een verhoogde afgifte van warmte aan de omgeving. Temperatuurgevoelige cellen, zogenaamde thermoreceptoren, hebben eine sleutelpositie hierin. Deze thermoreceptoren bevinden sich onder meer in der Haut und bei den Blutgefäßen in den Gehirnen. Sie stehen via Zellen in Verbindung mit dem Gehirn (Hypothalamus). Der Hypothalamus empfängt kontinuierlich Informationen über die Temperatur an verschiedenen Stellen im Körper. In der

hersen wordt deze informatie geïntegreerd waarna verschillende mechanismen in het lichaam worden geactiveerd om warmte af te geven (dan wel vast te houden).

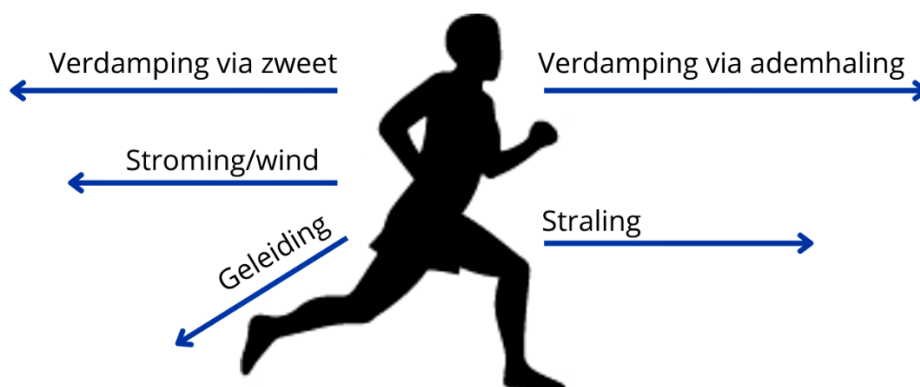
Een warme omgeving leidt tot prikkeling van de warmte-receptoren in de huid. In de hersenen leidt dit tot remming van het sympathisch zenuwstelsel. Dit leidt tot prikkeling van de effectorcellen in de huid. Hierdoor ontstaat verwijding van bloedvaten in de huid en toename van zweetproductie. Hiermee schuift de thermoregulatie op in de richting van warmteafgifte. Deze processen zijn weergegeven met de blauwe pijlen in het bovenste deel van de figuur.

Afkoeling

Een koude omgeving of dreigende onderkoeling van het lichaam leidt tot prikkeling van de koude-receptoren. In de hersenen (hypothalamus) leidt deze prikkeling juist tot stimulatie van het sympathisch zenuwstelsel. Dit leidt vervolgens tot een respons in de richting van warmteproductie en warmtebehoud. Het leidt onder meer tot vernauwing van de bloedvaten en het samentrekken van spieren (kippenveld, rillen, klappertanden). Deze processen zijn weergegeven met de groene pijlen in het onderste deel van de figuur.

Warmteafgifte door het lichaam

Het lichaam raakt warmte kwijt door stroming/wind, rechtstreekse geleiding (bijvoorbeeld via metaal dat goed geleidt), (infrarood)straling en verdamping via de ademhaling en via zweten (Figuur 3). Straling, stroming en geleiding zijn afhankelijk van een temperatuurverschil tussen huid en omgeving en spelen daarom tijdens hitte een beperkte rol. Bij zware inspanning in de hitte is verdamping van zweet of vocht van de huid daarom het meest van belang om warmte af te voeren. Door het oppervlak van de uitwisseling te vergroten kan de warmteafgifte vergroot worden. Dat kan bijvoorbeeld door een groter deel van het lichaam bloot te maken.



Figuur 3. Warmteafgifte door het lichaam

Verstoring van de warmteregulatie

De warmteregulatie wordt verstoord bij:

- Te grote hittebelasting: door hoge temperaturen, eventueel in combinatie met hoge luchtvochtigheid, is er onvoldoende afgifte van warmte.
- Kwetsbare persoonlijke omstandigheden: door bijvoorbeeld veroudering, medicatiegebruik, onderliggend lijden of beperkingen in gedrag of omgeving.

In de praktijk is zowel de blootstelling als de kwetsbaarheid van de persoon/personen van belang. Bepaalde groepen mensen lopen door persoonlijke omstandigheden meer risico omdat bij hen de warmteregulatie niet optimaal kan plaatsvinden. In achtergronddocument “Risicogroepen” komen de risicogroepen aan de orde.

Acclimatisatie

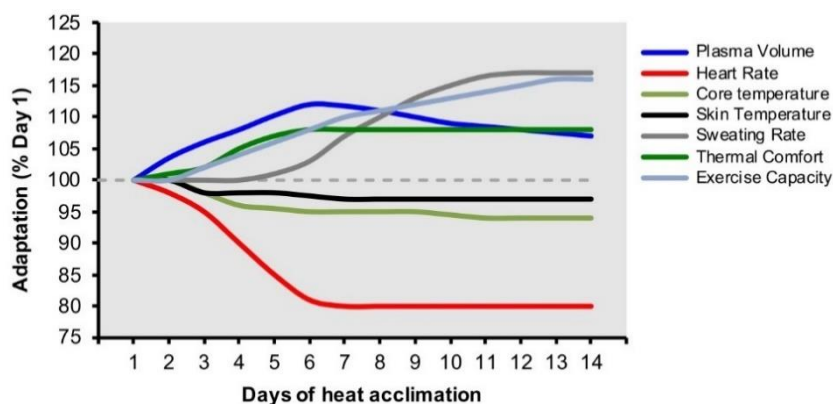
Acclimatisatie betreft gedragsmatige en fysiologische veranderingen in de mens, die de belastbaarheid vergroten door verblijf in een warme omgeving. Verschillende lichaamsfuncties passen zich aan bij langdurige blootstelling aan warme weersomstandigheden (Périard, 2021):

- Kerntemperatuur → verlaagt bij een gelijke belasting
- Zweetproductie → eerder en meer zweeten
- Huidtemperatuur → verlaagt
- Bloeddoorstroming in de huid → verbetert
- Vochtbalans → meer dorstgevoel, groter bloedvolume
- Hartslag → lagere frequentie in rust en groter hartslagvolume

In het algemeen is er na 4 tot 6 dagen een effect te zien en treedt er na 10 tot 14 dagen geen verandering meer op. Figuur 4 laat voor de verschillende lichaamsprocessen zien hoelang de aanpassing aan de warmte duurt. Het effect van acclimatisatie is bij ouderen minder groot dan bij jongeren. Dat komt omdat bij ouderen het vermogen om de temperatuur te reguleren afneemt: zij zweeten minder en de doorbloeding van de huid neemt af (zie onderdeel [Ouderen in het achtergronddocument risicogroepen](#)).

Sporters gebruiken acclimatisatie om zich optimaal voor te bereiden om topprestaties te kunnen leveren tijdens wedstrijden. Sporters die binnen een maand opnieuw de hitte opzoeken, passen zich sneller aan dan de eerste keer. Tijdens deze re-acclimatisatie zijn ze binnen vier tot vijf dagen net zo gewend aan de warmte als bij een eerste volledige acclimatisatieperiode.

Gedurende het zomerseizoen acclimatiseert in wezen ook de algemene bevolking van Nederland. Wanneer het in het begin van de zomer erg warm is, heeft dat vaak meer impact dan bij een warme periode aan het eind van de zomer. Dit kan meespelen bij de advisering, bijvoorbeeld voor evenementen (zie onderdeel [Evenementen](#) en [hitte](#)).



Figuur 4. Tijdsverloop van acclimatisatie van verschillende fysiologische processen (Périard 2015).

Acclimatiseren kan door eerder naar een warme locatie te reizen, maar ook door in Nederland de hitte al eerder op te zoeken. Dat kan bijvoorbeeld door warme baden te nemen of door het dragen

van extra kleding. Een vuistregel is dat iemand aan hitte acclimatiseert als zijn lichaamstemperatuur dagelijks tenminste één uur gelijk is aan 38,5°C.

Referenties

- Périard, J.D., Eijsvogels, T.M.H., Daanen, H.A.M. (2021). [Exercise under heat stress: thermoregulation, hydration, performance implications, and mitigation strategies](#). *Physiological reviews*.
- Périard, J. D., Racinais, S., and Sawka, M. N. (2015). [Adaptations and mechanisms of human heat acclimation: Applications for competitive athletes and sports](#). *Scand. J. Med. Sci. Sports* 25, 20–38.