

de
Evocircadian Code

MEER INZICHT
IN GEZONDHEID EN ZIEKTE



ENERGIE #3

Thermoregulatie en lichaamswarmte

Mensen behoren tot de groep van endotherme, dat wil zeggen dat we onze eigen lichaamswarmte genereren en de capaciteit hebben om de lichaamstemperatuur te reguleren, dit in tegenstelling tot ectotherme. Mitochondria genereren de meeste warmte (energie) in de mens en andere endotherme.

De lichaamstemperatuur bestaat uit twee componenten:

- *De kerntemperatuur (de centrale temperatuur)
- *De perifere temperatuur (de schiltemperatuur).

De normale kerntemperatuur van het lichaam ligt rond de 37 graden C. De perifere lichaamstemperatuur is tot 4 graden lager.

THERMOREGULATIE (Temperatuurregulering)

Thermoregulatie is een homeostatisch mechanisme dat het organisme op een optimale 'bedrijfstemperatuur' houdt, omdat de temperatuur de snelheid van de chemische reacties in het lichaam beïnvloedt.



Niemand heeft altijd precies dezelfde temperatuur op elk moment van de dag. Er zijn normale schommelingen b.v. gedurende de dag (circadiaans ritme), gedurende de maan(d) (menstruatiecyclus) en gedurende een heel leven (veroudering). Bovendien verandert de lichaamstemperatuur door externe factoren (zoals de omgevingstemperatuur) en de mate van lichamelijke activiteit.

De laagste temperatuur treedt meestal op aan het einde van de nacht zo'n 2 uur voordat de persoon wakker wordt en opstaat. De hoogste meestal rond 16.00 uur.

De hypothalamus houdt de lichaamstemperatuur binnen een 'gezond bereik' (homeostase).

De gemiddelde lichaamstemperatuur varieert meestal tussen 36 en 37.5 graden. De temperatuur op een gegeven moment hangt o.a. af van:

- Geslacht**
- Leeftijd**
- Tijdstip (van de dag)**
- Inspanningsniveau**
- Gezondheidsstatus (b.v. ziekte)**
- Menstruatiecyclus**
- Bewustzijnstoestand (waken, slapen, verdoofd)**
- Emoties**

Abnormale afwijkingen van de kerntemperatuur van zelfs een paar graden zullen thermo-regulerende mechanismen van het lichaam uitdagen. Schommelingen in temperatuur buiten het normale bereik kunnen fataal zijn. Boven 42 graden, (ernstige hyperthermie) en lager dan 27 graden (ernstige hypothermie) zijn bijna altijd fataal.

Fysiek-actieve personen hebben grote veranderingen in lichaamstemperatuur gedurende de dag. Ze hebben meestal een lagere lichaamstemperatuur in de vroege ochtend en een vergelijkbaar of hogere temperatuur later op de dag dan minder actieve personen.

Ondanks de noodzaak van strikte regulering van de kerntemperatuur, kunnen mensen overleven op de meest onherbergzame koude en warme plekken op aarde. Mensen doen mee aan de marathon Des Sables, een 251 km. lange duurlooptuitdaging in de Sahara, een plek waar de temperatuur overdag kan oplopen tot 50 graden Celsius. Daarnaast doen mensen ook aan ijsduiken,

waar de watertemperatuur slechts een paar graden boven het vriespunt kan liggen.

Enkele thermo-regulerende factoren:

- Bloedvaten in de huid
- Zweetklieren
- Bruin/beige vetweefsel
- Kippenvel (Pilo-erectie)
- Rillen
- Gedragsaanpassingen (o.a. kleding e.d.)

Thermoregulatie bij hyperthermie (oververhitting):

- *Vasodilatatie (uitzetting bloedvaten) De bloedvaten zorgen ervoor dat bloed naar het huidoppervlak stroomt, waardoor warmte verloren gaat.
- *Verhoogde zweetproductie. Warmte gaat verloren doordat zweet wordt omgezet in waterdamp, waardoor de lichaamstemperatuur daalt
- *Vermindering van de stofwisselingssnelheid. Een lagere stofwisselingssnelheid produceert minder warmte

Thermoregulatie bij hypothermie (lage temperatuur):

- *Vasoconstrictie. Bloedvaten worden vernauwd en de bloedstroom naar de huid stopt, waardoor er minder warmte verloren gaat.
- *Kippenvel. De spieren die haartjes rechtop zetten trekken samen. De haartjes gaan rechtop staan en houden een isolerende laag van warme lucht vast boven de huid.
- *Rillen. Skeletspieren in het hele lichaam trekken voortdurend samen en deze spieractiviteit genereert warmte.

Lichaamstemperatuurmeting

Verschillende methoden die worden gebruikt voor het meten van de lichaamstemperatuur leveren verschillende resultaten op.

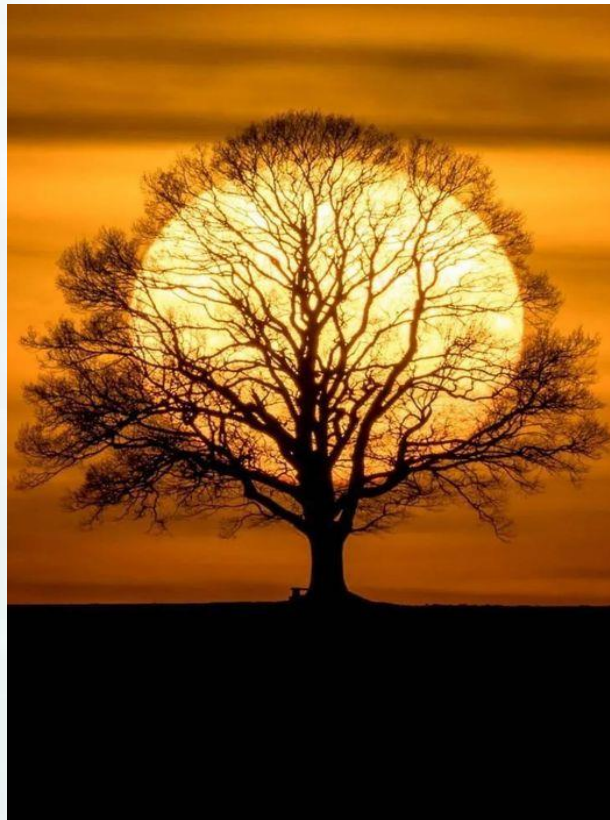
Dit zijn de voornaamste plaatsen in en op het lichaam om de temperatuur te meten:

- *Rectum (rectaal)
- *Mond (oraal)
- *Oksel (axillair)
- *Oor (tympanisch)
- *Huid van het voorhoofd

De waarde van de temperatuur hangt af van de beschreven wijze van meten.
De dagtemperatuur van volwassenen is:

- *Rectum, vagina, oor-----36.5-37.5 gr. C.
- *Mond -----ongeveer 36.8 graden C.
- *Oksel (axillair)-----ongeveer 36.5 graden C.

Vaginale meting: gemiddeld 0.1-0.3 gr. lager dan rectaal
Mond meting: gemiddeld 0.3-0.8 gr. lager dan rectaal
Oksel meting: gemiddeld 0.5-1.5 gr. lager dan rectaal



HORMONEN & THERMOREGULATIE

Bij mensen en andere zoogdieren, speelt het hormonale systeem een fundamentele rol bij de temperatuurregulering van het lichaam. De hypothalamus, een klein onderdeel van de hersenen is het primaire controlecentrum voor thermoregulatie.

Binnen de hypothalamus bevinden zich gespecialiseerde kernen die veranderingen in de kerntemperatuur van het lichaam detecteren en passende reacties initiëren om de thermische homeostase te handhaven. Deze kernen ontvangen input van thermoreceptoren in het lichaam en in de huid.

Verschillende hormonen zijn betrokken bij de regulatie van de lichaamstemperatuur en ze werken op verschillende doelweefsels om warmteproductie en warmteafvoer te moduleren.

Hier zijn in het kort de belangrijkste hormonen die betrokken zijn bij thermoregulatie van het lichaam:

***Oestradiol en progesteron**

Autonome mechanismen zijn fundamenteel voor de thermoregulatie van de mens. De meer vrouwelijke hormonen oestradiol en progesteron hebben een substantiële invloed op verschillende aspecten van deze mechanismen.

De meest duidelijke thermo-regulerende reacties die optreden zijn:

- Opvliegers en nachtzweeten tijdens de menopauze.
- De veranderingen van de lichaamstemperatuur binnen de menstruatiecyclus.

Over het algemeen hebben oestrogenen de neiging om een lagere lichaamstemperatuur te bevorderen, via versterking van de warmte-afvoerreacties door vasodilatatie. Progesteron daarentegen heeft de neiging om een hogere lichaamstemperatuur te bevorderen.

Hormonale anticonceptie; de onnatuurlijke “frankensteinhormonen”, onderdrukken het circadiaans ritme en verhogen de basale lichaamstemperatuur met 0.6 graden C.

***Schildklierhormonen (T3/T4)**

Deze spelen een belangrijke rol bij het instellen van de basale stofwisselings-snelheid (BSS) die de warmteproductie beïnvloedt. Als de schildklierhormoon productie laag is (hypothyreoïdie) daalt de BSS en wordt het moeilijker om de lichaamstemperatuur te handhaven, we krijgen het dan koud. Omgekeerd kunnen verhoogde schildklierhormoonspiegels (hyperthyreoïdie) leiden tot een hogere temperatuur en intolerantie voor warmte.

***Bijnierhormonen (Cortisol, Adrenaline & Noradrenaline)**

De bijnierschors produceert cortisol, dat een ontstekingsremmende en immuun- onderdrukkende werking heeft. Als reactie op stressoren zoals ziektes of verwonding, kan cortisol de thermo-regulerende mechanismen van het lichaam beïnvloeden. Chronische verhogingen van cortisolniveaus kunnen de thermoregulatie beïnvloeden, wat kan leiden tot veranderingen in de lichaamstemperatuur. Het bijniermerg produceert adrenaline en noradrenaline, die vrijkomen als eerste reactie op stress of blootstelling aan kou. Deze hormonen triggeren verschillende reacties, waaronder een verhoogde hartslag en vasoconstrictie om warmte te behouden en de bloeddruk te handhaven tijdens blootstelling aan kou.

***Melatonine**

Dit hormoon wordt geproduceerd in de mitochondria en pijnappelklier. Deze klier reageert op veranderingen in de licht-donker cyclus, die het circadiaanse ritme (mede) bepalen. De pijnappelklier kan ook de

lichaamstemperatuur beïnvloeden, waarbij de kerntemperatuur doorgaans daalt tijdens de nacht.

***Insuline**

In de alvleesklier wordt insuline geproduceerd. Het regelt o.a. het glucosemetabolisme. Wanneer het glucose niveau in het bloed laag is, b.v. door vasten of extreme blootstelling aan kou, dan neemt de insulinesecretie af. Dit vermindert het glucosegebruik door cellen, waardoor warmte wordt bespaard.

KLIMAATVERANDERING en THERMOREGULATIE

Er is erg veel bewijs dat menselijke activiteiten de afgelopen eeuw hebben bijgedragen aan de opwarming van de aarde. De opwarming van de aarde heeft een ernstige impact op voedsel -en watervoorraden, huisvesting en andere infrastructuur, economische activiteiten en gezondheid. Het menselijk lichaam heeft thermo-regulerende mechanismen, die zich aanpassen aan de omgevingstemperatuur en de normale kerntemperatuur handhaven, zodat de fysiologische functies in het lichaam kunnen worden blijven uitgevoerd. Naarmate de aarde opwarmt stijgen de dag en nacht temperaturen en worden hittegolven frequenter en intenser. De opwarming duwt de klimaattemperatuurcurve naar het extreme bereik.

Wereldwijd zal het temperatuurverschil tussen noordpool en tropen en subtropen afnemen, de normale straalstroom verstoren en hittegolven, droogte, bosbranden en overstromingen veroorzaken omdat de noordpool sneller opwarmt dan de rest van het noordelijk halfrond.

Grote stedelijke gebieden zijn doorgaans warmer dan plattelandsgebieden vanwege het verlies van vegetatie, meer bestrating en gebouwen die de energie van de zon absorberen en warmte die gegenereerd wordt door voertuigen, airconditioners en fabrieken.

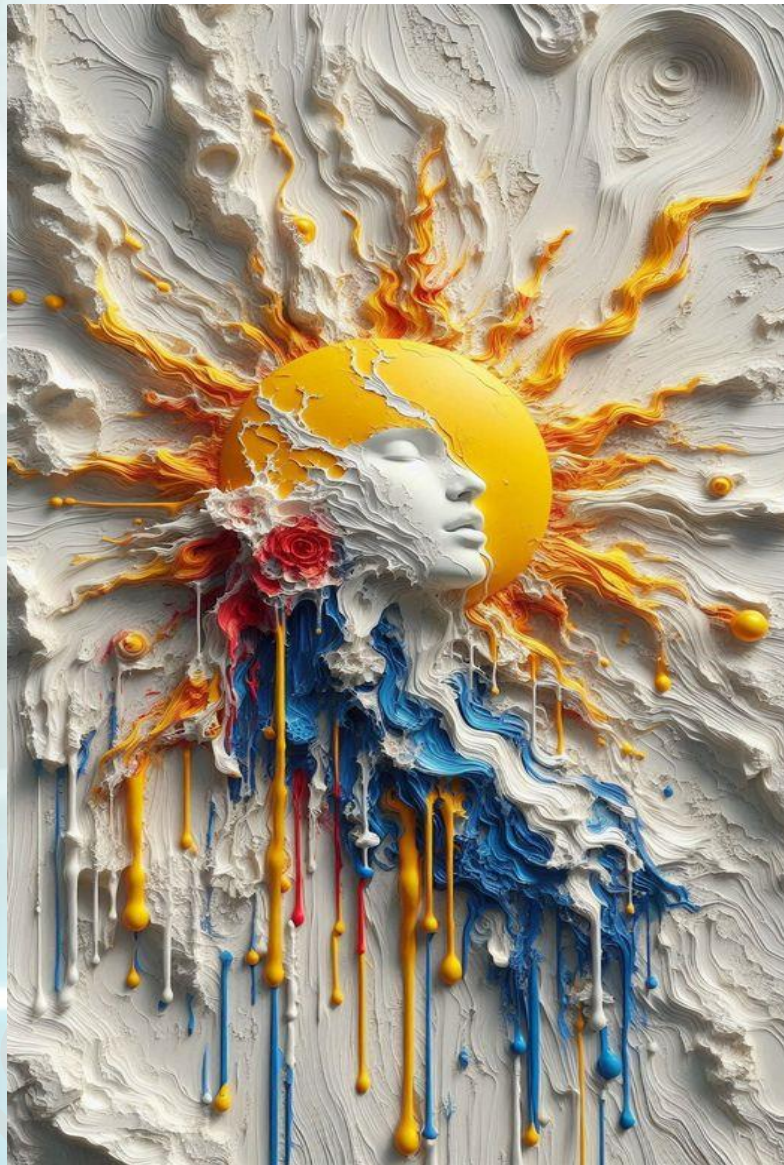
Klimaatverandering kan verschillende gevolgen hebben voor de fysieke en mentale gezondheid en maatschappelijke ontwrichting veroorzaken. Een warmer klimaat zal naar verwachting leiden tot een groter risico op ziekte en overlijden door de extreme hitte en slechte luchtkwaliteit.

Hittestress

Hitte stress begint als lichaamswarmte wordt opgebouwd door fysieke inspanning of door de blootstelling aan de omgeving en het lichaam bij langdurige blootstelling moeite heeft om zijn temperatuur te reguleren.

Hitte stress treedt op wanneer de warmte, die een lichaam uit de omgeving opneemt groter is dan het vermogen van het lichaam om deze af te voeren. Hittestress is over het algemeen het gevolg van een combinatie van factoren

zoals hoge omgevingstemperaturen, vochtigheid, fysieke activiteit en onvoldoende vochtinname. Verschillende factoren beïnvloeden het vermogen van het menselijk lichaam om zijn kerntemperatuur binnen bepaalde grenzen te houden. De balans wordt geregeld door het thermo-regulerende systeem van het lichaam (in de hypothalamus), de zweetklieren, de bloedsomloop en de huid.



Symptomen van hittestress:

- *Versnelde hartslag
- *Snelle ademhaling
- *Overmatig zweten
- *Misselijkheid
- *Duizeligheid
- *Uitputting
- *Hitteberoerte

Persoonlijke factoren zoals oudere leeftijd, gezondheidsstatus en medicijngebruik, kunnen mensen ook vatbaarder maken voor hittestress.

Medicijn groepen die thermoregulatie tegengaan:

- *Diuretica**
- *Beta-blockers**
- *Anticholinergica**
- *Neuroleptica**
- *Succinylcholine (spierverlapper)**
- *Anesthetica (inhalatie)**

Sommige groepen mensen zijn kwetsbaarder dan anderen voor de gezondheidsrisico's van (extreme) warmte. Overmatige hitte zal waarschijnlijk bevolkingsgroepen in noordelijke breedtegraden meer treffen dan in de rest van de wereld, omdat ze minder goed voorbereid zijn op extreme temperaturen. Bepaalde bevolkingsgroepen zijn kwetsbaarder dan andere b.v. buitenwerkers, buitensporters en daklozen. Huishoudens met een laag inkomen beschikken vaak niet over airconditioning hetgeen uiteraard ook nadelig is.

Bovendien zijn jonge kinderen, ouderen, zwangere vrouwen en mensen met bepaalde medische aandoeningen minder goed in staat hun lichaamstemperatuur te reguleren en kunnen daarom kwetsbaarder zijn voor extreme hitte. Daarnaast zijn stedelijke gebieden doorgaans warmer dan een landelijke of plattelands omgeving. Klimaatverandering zal naar verwachting de kwetsbaarheid van stedelijke bevolkingen voor hitte-gerelateerde gezondheidseffecten vergroten. Daarnaast gaan hittegolven vaak gepaard met periodes van stilstaande lucht, wat leidt tot toename van luchtvervuiling in steden en de bijbehorende gezondheidseffecten.

Mensen met psychische aandoeningen zijn bijzonder kwetsbaar voor extreme hitte. Uit onderzoek is gebleken dat het hebben van een reeds bestaande psychische aandoening het risico op overlijden tijdens hittegolven verdrievoudigt.

Hittestress door omgevingstemperatuur in graden:

- | | |
|---------------------|--------------------------------|
| -Tot 26 gr. | Geen hittestress |
| -26-32gr. | Matige hittestress |
| -32-38gr. | Sterke hittestress |
| -38-46gr. | Zeer sterke hittestress |
| -Boven 46gr. | Extreme hittestress |

Hittekracht

We kijken in het algemeen alleen naar de temperatuur als het om de warmte gaat, maar er zijn ook andere factoren die medebepalend zijn voor het effect van warmte op de mens. Door deze factoren te combineren kan men een betere risico-inschatting maken op hete dagen dan alleen met de temperatuur. Hittekracht is een index waarmee blootstelling aan hittekracht wordt uitgedrukt, het combineert meerdere factoren.

Hittekracht houdt met vier factoren rekening:

- *Temperatuur
- *Luchtvochtigheid
- *Zonnestralingswarmte
- *Windsnelheid

TOT SLOT: MITOCHONDRIA en ELEKTRICITEIT

De zon, de wind en fossiele brandstoffen kunnen in elektriciteit worden omgezet. Dit geldt voor zowat alle energiebronnen. Met de toepassingen van opgewekte elektriciteit is iedereen bekend. Het kan gebruikt worden voor warmte of voor licht en voor de aandrijving van vervoersmiddelen. Ook voor televisie kijken, sociale media gebruiken en wereldwijd met elkaar communiceren is elektriciteit nodig.

Elektriciteit is ook de universele eenheid voor energie in het lichaam. Deze eenheid is ATP (Adenosine Tri Phosphate) en wordt in de mitochondria geproduceerd. Het bestaat uit een adenine-basis verbonden met een ribose-suiker en drie fosfaat-groepen. De verbinding tussen de drie fosfaatgroepen zijn zogenaamde hoog energetische verbindingen. Dat wil zeggen dat er energie nodig is om de verbinding tot stand te brengen en dat er weer energie vrijkomt als de verbinding tussen de fosfaatgroepen verbroken wordt. Het verbreken van de tweede en derde fosfaatgroep zorgt voor de energie van de cel.

Mitochondria zijn te beschouwen als zeer kleine mobiele moleculaire batterijen.

Volgende ECC-letter #57: Veroudering

de EVOCIRCADIAN