



Thermofysiologie Inzichten in temperatuur

De pieken en dalen van hitte en kou

In het Human Performance Lab van de VU in Amsterdam laat hoogleraar inspanningsfysiologie Hein Daanen (67) de klimaatkamer zien, een witte, vierkante ruimte van 12 vierkante meter, waarin het nu lekker warm is, maar waar de temperatuur tot wel 60 graden kan worden opgejaagd. Ook de luchtvochtigheid en zuurstofconcentratie kunnen worden ingesteld. Onderzoekers kunnen hier metingen verrichten aan proefpersonen die op een toestel fietsen, roeien of lopen. Hoeveel warmte geven ze af, hoe warm worden ze zelf, hoeveel koolhydraten en vet verbranden ze, hoeveel zuurstof kost dat?

Aan een kapstok buiten de klimaatkamer hangt een sterk reflecterend petje, met aan de binnenkant ruimte voor koelelementen: het is gemaakt voor de Olympische Spelen in Tokio om atleten beschermen tegen hitte, en in het lab getest op het klimaat daer.

Onder een wandtafel ligt een aankleedkussen op een kartonnen doos met knuffeltjes, speeltjes en een babypop ('gekocht voor de labmedewerkers, om op te oefenen', zegt Daanen lachend). Van baby's is slecht bekend hoe ze op warmte reageren. Ze kunnen niet goed tegen hitte, maar dat komt ook doordat ze niet zelf drinken kunnen pakken, hun kleren uittrekken of in de schaduw gaan zitten. In de klimaatkamer wordt gekeken hoe baby's van 3 tot 13 maanden lichamenlijk reageren op temperaturen van 24 en 34 graden.

Dit onderzoek, waarvan de resultaten nu worden uitgewerkt, is een van de laatste waarbij Daanen betrokken is. Hij gaat met pensioen, op 10 oktober is zijn afscheid. Bij zijn vertrek deelt hij vijf inzichten die hij in de afgelopen veertig jaar opdeed over de invloed van warmte en kou op het menselijk lichaam.

1 WARMTE (EN KOU) MAAKT CHEMOTHERAPIE EFFECTIEVER

'Bij chemotherapie wil je de chemicaliën op de plek hebben waar de tumor zit en ze weghouden van de rest van het lichaam. Een manier om dat laatste te doen, is koelen. Waar je koelt, vernauwen de bloedvaten, dus gaat er minder bloed doorheen en daarmee minder chemicaliën. Het helpt ook dat de stofwisseling van de cellen wat lager wordt.'

'Het bekendst is hoofdhuidkoeling, bedoeld om haarverlies te voorkomen. Je zit met een kap op je hoofd waar koud water doorheen loopt. Maar dat werkt niet honderd procent. Daarom kwam de vraag op: werkt het misschien niet perfect omdat mensen vanbinnen zo warm zijn dat hun hoofdhuid toch goed doorbloed blijft?'

'Dus we hebben patiënten gevraagd om ook ijs te eten. En als je dan de doorbloeding op het hoofd meet, blijkt die inderdaad wat minder. Maar het is oncomfortabel natuurlijk.'

eten. Het gepubliceerde advies is geworden dat je een koel gevoel moet hebben bij de hoofdcooling tijdens chemotherapie.

'Uit onderzoek wordt ook steeds duidelijker dat het helpt om handen en voeten tijdens chemo in koud water te stoppen. Dat kan neuropathie, zenuw schade, voorkomen. Ik zou willen dat thermofysiologen en oncologen samen onderzoeken hoe je het lichaam thermisch zo kunt manipuleren dat het relatief warm wordt in het gebied van de tumor, terwijl andere plekken worden gekoeld, met name de handen en voeten en de hoofdhuid.'

2 STERFTE DOOR KOU IN HET ENE LAND IS STERFTE DOOR HITTE IN HET ANDERE

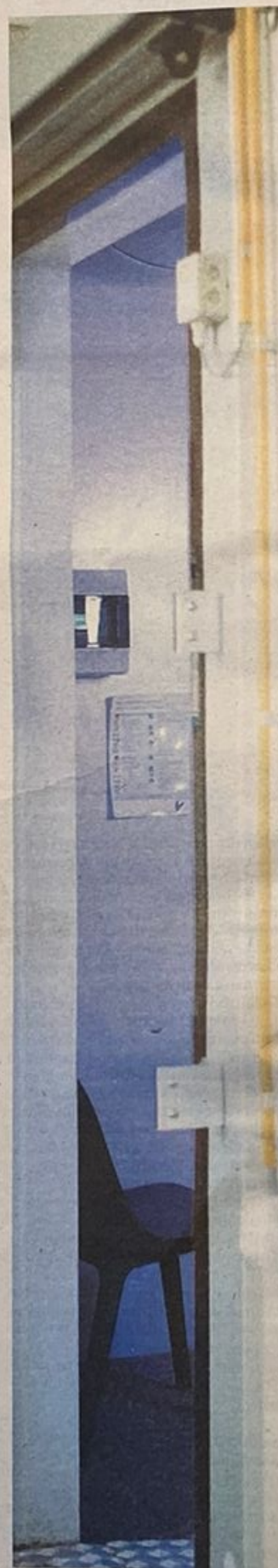
'Als je de sterftecijfers in een land combineert met de weergegevens, komt daar een V-curve uit. In Nederland hebben we een minimale sterfte rond de 16 graden. Is het warmer, dan gaan er meer mensen dood; is het kouder, dan ook. Zo'n curve vind je overal ter wereld. Met het team van thermofysiologen hebben we gekeken of die curve veran-

dert nu het klimaat opwarmt. Dat blijkt zo te zijn: de minimale sterfte ligt nu bij een iets hogere temperatuur dan vroeger. Dat zien we ook wereldwijd.

'Hoe dat komt, weten we nog niet zeker. Misschien doordat er meer airco's zijn. Misschien doordat het Nationaal Hittesteplan helpt – dat suggereert het RIVM, dat hier ook onderzoek naar heeft gedaan. Misschien zijn mensen zich beter gaan kleden op de hitte of zijn ze meer aan hogere temperaturen aangepast. Het is waarschijnlijk een combinatie van gedrag, gewenning en de airco.'

'Er gaan op een warme dag, zeg een dag waarop het 25 graden is, relatief minder mensen dood dan dertig jaar geleden. Maar er zijn nu meer warme dagen, dus de totale sterfte neemt toe. Sterfte gerelateerd aan kou is wel negen keer zo hoog als hittegerelateerde sterfte, want in Nederland zijn er veel meer dagen onder de 16 graden dan erboven. Maar de media pikken hittegerelateerde sterfte sneller op. Dat kan komen doordat in hitte mensen overlijden op de dag dat de temperatuur hoog is en in de twee dagen erna. In kou houdt sterfte wel twee weken aan. Dat is minder zichtbaar. De oorzaken zijn ook anders: in

28.7°C E: 0.95 30.5°C E: 0.95



'In Nederland hebben we een minimale sterfte rond de 16 graden.
Is het warmer, dan gaan er meer mensen dood; is het kouder, dan ook'

Thermofysioloog Hein Daanen vergeleek landelijke sterftecijfers met weergegevens.



4 FORENSISCH ONDERZOEK ZOU PROFITEREN VAN INZICHTEN UIT DE THERMOPHYSIOLOGIE

'Als iemand in Nederland vermoord wordt gevonden, dan gebeurt dat, omdat Nederland dichtbevolkt is, meestal niet dagen of weken later, maar eerder een paar uur tot maximaal 48 uur na de misdaad. Dus in Nederland kun je het feit dat mensen na hun dood afkoelen gebruiken om iets te zeggen over het moment van overlijden.'

'De Nederlandse politie en de technische recherche doen metingen aan een lichaam en soms komen ze bij ons terecht om meer zekerheid te krijgen. We krijgen dan vaak de kleding om te beoordelen hoe isolerend die was. Als er een CT-scan is gemaakt, kunnen we kijken: waar zat het vet? Werd iemand buiten gevonden, dan hebben we data van het KNMI. We kijken naar het contactoppervlak met de grond, de geleiding daarvan. Als het binnen is, mogen we vaak even kijken wat de binnentemperatuur was. Met al die parameters kunnen we een berekening maken van de afkoelcurve en een schatting van het tijdstip van het misdrijf.'

'Zulke berekeningen zijn complex en moeilijk te standaardiseren. Bijvoorbeeld: als iemand niet meteen dood is, hoeveel warmte heeft hij dan geproduceerd in het tijdstip dat hij nog heeft geleefd? Soms ligt een lichaam gedeeltelijk in het water of is met een slachtoffer gesleept. We proberen dat soort dingen mee te nemen – ik heb hiervoor veel samengewerkt met modellenmaker Dusan Fiala. Hij heeft modellen gebouwd waarin bijvoorbeeld rekening wordt gehouden met de geleiding van botten en weefsels, en met iemands postuur.'

'En wat jammer is: in de rechtszaal wordt vaak gebruikgemaakt van een heel oud Oost-Duits modelletje. Dat is het model van Henssge. Maar dat is grof. Je moet invoeren of iemand gekleed was of niet, maar niet hoe veel gekleed, en in Henssge's model is een lange, magere man hetzelfde als een kleine, zware. En daarmee is het zo grof dat het tijdstip van overlijden alleen met een spreiding van minimaal enkele uren kan worden vastgesteld. En dan verschijnen er ook steeds meer publicaties waarin staat dat het model niet klopt voor zware mensen.'

'Het is lastig voor de rechterlijke macht, want hoe moet die wegen wat Daanen en Fiala doen en wat het model van Henssge doet? Ik denk dat niet het aantal publicaties hier moet tellen, maar vooral de validatie van het model: hoe goed komen de modellen overeen met de werkelijke koelcurves van gestorvenen? Daarvan is gelukkig een goede database gepubliceerd.'

'Dus ik pleit ervoor dat we gaan werken aan betere modellen: met een team van modellenmakers, fysiologen, forensisch artsen, mensen van de recherche en de politie.'

hitte gaat het vaak om hartfalen, in kou ook om infectieziekten.

'Er is wel iets gek aan die V-curve. Kijk je bijvoorbeeld naar Bangkok, dan zie je dat het punt waarop de minste mensen overlijden op 26 graden ligt. Dus als iemand bij 21 graden overlijdt, noemen we dat in Nederland hittegerelateerde sterfte en in Bangkok koudegerelateerd. En wat nu hittegerelateerd is, zou in de toekomst, als de temperatuur waarbij de minste mensen sterven nog wat verschuift naar hogere waarden, koudegerelateerd kunnen worden. Dus ik denk dat we eens kritisch zouden moeten kijken of we dit wel hitte en kou moeten noemen.'

3 SLIMME KLEDING HOUDT MENSEN KOEL (OF WARM)

'Ik was onlangs in Japan en daar zie je dat de mensen van de plantsoendienst en beveiligers vaak koelvestjes dragen. Met ventilatoren wordt omgevingslucht geblazen door de spouw die ontstaat door een laag mesh, netstof, tussen kleding en huid. Dan verdamppt vocht en krijg je koeling.'

'Je kunt kleding ook gebruiken om mensen te verwarmen. In Amsterdam is er een leuk project van het Actienetwerk Gas Terug, waarvoor mensen in een koude periode verwarmingsvesten kregen uitgereikt die werken op een battery pack. We hebben nu een vervolg van dat project aangevraagd, om te onderzoeken of mensen met zo'n vest hun gedrag veranderen, misschien de verwarming wat lager zetten.'

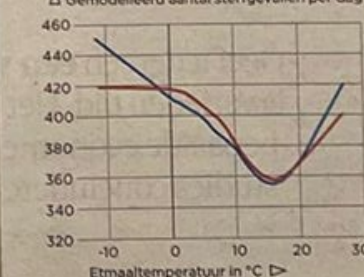
'Ik zie veel perspectief in slimme kleding. Alleen is de kledingindustrie vrij conservatief, je ziet nog weinig commerciële producten.'

V-curve

Overleden per dag afgezet tegen gemiddelde etmaaltemperatuur

— 1995 t/m 2006
— 2007 t/m 2017

Δ Gemiddeld aantal sterfgevallen per dag



270925 © de Volkskrant. Bron: CBS, KNMI

5 KOUDE VINGERS WORDEN WEER WARM (MAAR WE WETEN NIET GOED WAAROM)

'Waarover ik het meest heb gepubliceerd, en waarover ik ook mijn proefschrift uit 1997 heb geschreven, is cold induced vasodilation, bloedvatverwijding door kou. Hoe dat werkt, weten we nog steeds niet precies. In de kou knijpen de bloedvaten in vingers en tenen zich dicht, dat voel je ook, dat is pijnlijk. Maar na ongeveer tien minuten, als dat weefsel koud blijft en je bent van binnen niet koud, dan wordt plotseling heel veel bloed naar de vingertoppen en tenen gestuurd om koudeletsels tegen te gaan.'

'Maar als je vanbinnen ook koud bent, dan worden de vingers en tenen niet doorbloed, met de kans dat ze afsterven. Dus de moraal van het verhaal is: als je in de kou zit, zorg ervoor dat je die kern warm probeert te houden, want daarvan profiteren ook de vingers en tenen.'