

# Hitte-beserings in sport

DP van Velden

## Summary

*Doing strenuous physical exercise during unfavourable weather conditions may cause fatal heat exhaustion and heat-stroke. This problem is avoidable to a large extent if certain preventive and therapeutic precautions are taken. The danger of exercising in warm, moist conditions is accentuated. Doctors involved in sport and physical activities in the sun must have a thorough knowledge of the causes, patho-physiology, diagnosis and treatment of heat injuries; some guidelines regarding exercise prescribing for patients are given.*

**KEYWORDS:** Heat Exhaustion; Body Temperature Regulation; Sunstroke; Running; Sports Medicine; Exertion; Sweating; Dehydration

Dr DP van Velden MBChB(Stell) MPraxMed(Pta)  
Dept Huisartskunde  
Fakulteit van Geneeskunde  
Universiteit Stellenbosch  
Posbus 63  
TYGERBERG  
7505



## Curriculum Vitae

Dr DP van Velden behaal die MBChB in 1968 aan die Universiteit van Stellenbosch. Hy word Intern by die Karl Bremer-hospitaal, dan Mediese Beampte by die Provinsiale Hospitaal, Pietersburg. Gedurende 1974-77 praktiseer hy op Sabie en vanaf 1977-1983 is hy Direkteur: Studentegesondheidsdiens, UOVS. Sedert 1984 is hy Hoof van die Departement Huisartskunde aan die Universiteit van Stellenbosch.

Dr van Velden is lid van verskeie professionele Verenigings. Hy doen navorsing en het reeds 'n aantal publikasies op die gebied van Sportgeneeskunde die lig laat sien. Hy stel belang in die algemene praktisyn se betrokkenheid by voorkomende en bevorderende geneeskunde. Sy stokperdjies is houtwerk, musiek en fietsry waarin hy SA twee maal verteenwoordig het op die Wêreld Mediese Spele in Cannes. Hy is getroud met Anna-Marié Lintvelt en hulle het ses kinders.

Oefening in die hitte kan noodlottige gevolge vir deelnemers hê. Dit is dus belangrik dat atlete, sportafrigters en -organiseerders asook geneeshere 'n grondige kennis sal hê van hitte-beserings. Eenvoudige voorkomende en terapeutiese maatreëls kan lewensreddend wees.

Hierdie bespreking handel dus oor die minder ernstige

- **hitte-uitputting** met of sonder akute nierversaking of sirkulatoriese kollaps, en die soms noodlottige
- **hitte-steek**, wat onder atlete mag voorkom.

## HISTORIESE OORSIG

Die geskiedenis van die marathon is volgens oorlewering gekoppel aan noodlottige hitte-steek. Die marathon wedloop herdenk die dood van die Griekse soldaat (Phidippides) 490 VC, wat na die Griekse oorwinning oor die invallende Persiërs op die vlaktes van Marathon, in



## Hitte-beserings

volle wapenmondering die 22 myl na Athene gehardloop het om die blye tyding oor te dra. Hy het waarskynlik as gevolg van hitte-steek gesterf.

Tydens die 1908 Olimpiese spele het die Italianer, Dorando Pietri, in die laaste paar meters van die marathon gekollabeer agv hitte-uitputting, en het vir twee dae semi-komateus in die hospitaal gelê in 'n stryd tussen lewe en dood.

In die 1912 Olimpiese spele in Stockholm het die Portugese atleet, Lazaro, gekollabeer na 19 myl van die marathon en die volgende dag gesterf agv hitte-steek.

In die Statebondspele van 1954 het Jim Peters in die Vancouver-stadion die eerste atleet geword om die twee-uur-twintig-minute grens vir die marathon te breek. Hy was 15 minute voor sy naaste teenstaander, maar het gekollabeer met hitte-steek voordat hy die wenpaal kon bereik. Toe hy die stadion binnekom, het hy gesteier en 'n verbaasde omroeper het uitgeroep dat hy agteruit hardloop!

Hitte-steek kom ook voor tydens lang-afstand fietswedrenne, maar dit is dan gewoonlik geassosieer met middel-misbruik. Tydens die 1967 Tour de France het die Britse kampioen fietsryer, Tommy Simpson, teen die

**Sweetverdamping is die belangrikste meganisme om hipertermie te voorkom.**

hange van Mont Ventoux gesterf agv hitte-steek, tesame met 'n oordosis stimulant (amfetamiene). Hierdie 13e skof het 'n klim van 1828 meter ingesluit in hitte van 90°F. Ongeveer 'n kilometer van die bo-punt het hy gekollabeer, en was dood voordat hulle die hospitaal kon bereik.

In Suid-Afrika is daar ook al gevalle beskryf van atlete wat gesterf het agv hitte-steek opgedoen tydens strawwe oefening in baie warm weer sonder genoegsame water.

Hitte-beserings kom egter nie net voor tydens marathon items nie. In onlangse literatuur van die buiteland asook plaaslik word gevalle beskryf van hitte-uitputting en hitte-steek wat ontstaan het in wedlope so kort as 4 kilometer in top-fiks atlete<sup>1</sup>. Heelwat gevalle is bekend onder pret-drawwers wat dikwels onfiks is, magtig oormassa en nie hitte geakklimatiseer is nie. Laasgenoemde tipe wedlope raak al hoe meer populêr, en vir onverklaarbare redes kry persone hitte-beserings selfs in matige weersomstandighede tydens afstande so kort as 8 tot 12 km. Tydens die 1981 SA Landloopkampioenskappe in Kaapstad in warm vroeë somersweer (28°C), het daar 3 gevalle van hitte-steek en 2 gevalle van hitte-uitputting voorgekom, wat weereens onderstreep dat selfs ons fiksste atlete nie immuun is teen hitte-beserings nie.

Dit is dus duidelik dat algemene praktisyns wat betrokke is by die organisasie van marathon of padwedlope, of selfs die plaaslike lenteloop op die dorp, bewus sal wees van die gevare wat *hipertermie* kan inhou vir sy pasiënte, hy moet

goed ingelig wees aangaande die *omstandighede* waaronder hitte-beserings kan ontstaan; hy moet weet watter maatreëls getref moet word om sodanige beserings te *voorkom*, en hoe om bevestigde gevalle te *behandel*.

### TEMPERATUUR REGULERING

Die mens is 'n homeotermiese wese wat in staat is om sy liggaamstemperatuur merkwaardig konstant te hou ten spyte van groot variasies in omgewingstemperatuur en verskillende vlakke van fisieke aktiwiteit. Die normale liggaamstemperatuur is 37°C, en die mens kan slegs 'n variasie van 4°C verdra sonder dat dit optimale fisiese en psigiese werksvermoë nadelig beïnvloed. Die maksimale termiese limiete wat 'n lewende sel kan verdra is -1°C waar gevormde yskristalle die sel uitmekaar breek, tot termiese hitte-koagulasie van vitale proteïene in die sel om en by 45°C. Interne temperature van hoër as 40°C kan slegs vir korter periodes verdra word, wat beteken dat die mens sy hele lewe lank slegs 'n paar grade van sy termiese dood lewe!

Aangesien die liggaam meer gevoelig is vir hitte as koue, is die kontrole-meganisme vir temperatuur-regulering meer daarop ingestel om die liggaam te beskerm teen oorverhitting.

Die temperatuur reguleringsentrum is geleë in die hipotalamus met die *anterior hitte-verlorende sentrum*, en die *posterior hitte-verwekkende sentrum*. Die liggaamstemperatuur word bepaal deur die balans tussen hitte-produksie en hitte-verlies:

#### *Hitte-produksie* (termogenese)

1. Basale metabolisme
2. Spier aktiwiteit — bewe
3. Tiroksien effek op selle
4. Epinefrien effek op selle
5. Temperatuur effek op selle

#### *Hitte-verlies* (termolise)

1. Uitstraling
2. Konduksie — Konveksie
3. Verdamping — Konveksie

Die temperatuur regulerende sentrum werk dus soos 'n termostaat om liggaamstemperatuur konstant te hou. Hierdie "termostaat" kan tydens koors en oefening op 'n hoër vlak ingestel word.

**Verdamping van sweet is uiters belangrik tydens oefening wanneer hitte-produksie vermeerder.**

Tydens oefening word chemiese energie omgesit na meganiese energie met 'n meganiese effektiwiteit van slegs 25%, sodat 75% van die totale energie verbruik as hitte vrygestel word. Spier aktiwiteit kan die liggaam se hitte-produksie met tot twintig keer verhoog. Die liggaam moet dus van hierdie hitte ontslae raak deur middel van



vasodilatasie na die spiere en die vel sodat hitte deur middel van *konduksie*, *konveksie* en *uitstraling* na die omringende koeler lug en voorwerpe verlore kan gaan.

Tydens oefening is bogenoemde drie meganismes egter onderhewig aan ernstige beperkings. Die hitte agv konduksie en uitstraling bly na-genoeg konstant, ten spyte van die vermeerderde hitte-produksie, en die enigste wyse waarop die liggaam nou van die ekstra hitte ontslae kan raak soos die werkslading toeneem, is deur middel van die *verdamping van sweet*.

Hierdie meganismes van hitte-verlies hang af van verskeie faktore wat deur die atleet gemodifiseer kan word.

1. **Intensiteit van oefening:** Hitte-produksie verhoog liniêr met die  $O_2$ -opname. Hoe hoër die vlak van oefening, hoe meer bloed word na die aktiewe spiere gevoer in plaas van die vel, en verminder dus die hitteverlies deur die vel, dmv konveksie en uitstraling.

Die liggaamstemperatuur is verwant aan die relatiewe werkslading, maw die ware  $O_2$ -opname in verhouding met die persoon se maksimale aerobiese vermoë, ( $VO_2$  maks) wat beteken dat 'n persoon met 'n hoër  $VO_2$  maks 'n hoër werkslading kan verdra vir 'n gegewe liggaamstemperatuur verhoging.

Normaalweg word 'n marathon gehardloop teen minder as 75% van  $VO_2$  maks, wat beteken dat die atleet hoofsaaklik aerobies metaboliseer. Indien hy teen 75% en meer van  $VO_2$  maks hardloop, ontwikkel hy 'n hoër vlak van anaerobiese metabolisme wat wesenlik bydra tot hitte produksie. Hardlopers in anaerobiese metabolisme mag dalk nie in staat wees om genoeg te sweet om termiese balans te handhaaf nie.

***Kleredrag moet hitteverlies aanhelp; 'n nat T-hempie is juis 'n baie effektiewe insulator téén hitteverlies!***

Aangesien die metabolisme prosesse in die sel vinniger kan geskied teen 'n hoër temperatuur, is dit voordelig indien die liggaamstemperatuur tydens oefening tussen 37-40°C gehou kan word deur die "termostaat" effens hoër te stel. Dit blyk ook inderdaad die geval te wees, alhoewel die meganisme onbekend is.

2. **Die omgewingstemperatuur en windspoed:** Die lug-temperatuur en die windspoed bepaal hoeveel hitte deur die vel verlore kan gaan deur konveksie. Verdamping van sweet geskied ook makliker met verbeterde konveksie, en dit verklaar dan ook waarom fietsryers nie soveel deur hitteverlies geaffekteer word nie, behalwe wanneer teen 'n lae spoed teen 'n bergpas op-gery word, of geassosieer met vasokonstriktoriese stimulanse (amfetamiene).

Indien die omgewingstemperatuur hoër as 35°C is, kan hitte nie verlore gaan deur middel van konveksie

en uitstraling nie, aangesien die veltemperatuur byrus ongeveer 33°C is. Onder hierdie omstandighede word die oppervlakkige weefsels verhit deur die omgewing agv die omgekeerde hitte gradiënt.

3. **Die voggehalte van die lug:** Die vermoë om hitte te verloor deur die verdamping van sweet, is afhanklik van die humiditeit van die lug, en by 'n dampdruk van 40 mmHg word die verdamping van sweet vir alle praktiese doeleindes gestop.

Indien die natbol-temperatuur bokant 28°C is, moet 'n marathonwedloop liefs afgelas word.

4. **Kleredrag:** Klere wat gedra word tydens oefening in die hitte, moet so ontwerp word dat dit hitteverlies kan aanhelp. "Vis-net" onderhemde is gunstiger as T-hempies of rugbytruie; wanneer lg natgesweet is, is dit 'n baie effektiewe insulator téén hitteverlies.

5. **Hitte-akklimatisasie:** Hitte akklimatisasie bied 'n aansienlike beskerming teen hittebeserings aan die geoefende atleet. Hitte-akklimatisasie kan bewerkstellig word deur daaglikse oefening van 4 ure by hoë temperatuur en vogtigheid vir 10 tot 14 dae. Hoë dosisse vitamine C 'n paar dae voor en gedurende akklimatisasie, versnel die proses na  $\pm 7-10$  dae. Vrouens akklimatiseer minder suksesvol as mans agv hulle laer sweet potensiaal. Intensiewe in-oefening in normale omgewingstoestande bevoordeel akklimatisasie deur verbeterde kardiosirkulatoriese potensiaal, maar dit kan nie blootstelling aan termiese spanning vervang nie.

Die verbetering van hitte-toleransie in geakklimatiseerde persone gaan gepaard met *verhoogde sweetproduksie*, (van 1,5 liter per uur in non-geakklimatiseerde persoon tot 4 liter per uur in geakklimatiseerde persone), 'n *verlaagde vel- en liggaamstemperatuur*, en 'n *verlaagde polsslag*. As gevolg van die uitwerking van *aldosteron* verminder die Natriuminhoud van sweet van 70 mEq/l per liter tot 10 mEq/l per liter, wat beteken dat 'n volwassene in plaas van 15-25g NaCl per dag te verloor, hy slegs 3-5g NaCl per dag verloor tydens strawwe oefening, wat gelykstaande is aan die normale daaglikse inname. (Die normale daaglikse benodigtheid van NaCl in 'n persoon wat nie sweet nie, is ongeveer 200mg).

***By hoë humiditeit van die lug word verdamping van sweet feitlik gestop.***

Onder die invloed van Aldosteron *verhoog die plasma volume* en verminder die urinêre uitskeiding van Natrium.

Sweetverdamping is die belangrikste meganisme om hipertermie te voorkom. Sodra die veltemperatuur bokant 33°C styg, kom die sweetproses in werking. In



## Hitte-beserings

gevalle van dehidrasie mag hierdie drempeltemperatuur hoër wees.

6. **Dehidrasie:** Dehidrasie onder atlete ontstaan hoofsaaklik agv sweet, maar kan vererger word deur braking en diarree. Aangesien die elektroliet-inhoud van sweet baie laer is as die van plasma (20-40 mEq Na<sup>+</sup> en Cl per liter teenoor 135-145 mEq Na<sup>+</sup> en Cl), is die netto effek van sweetverlies dié van oormaat waterverlies met gevolglike hipertoniese dehidrasie met geringe Na<sup>+</sup> en K<sup>+</sup> styging.

Daar is 'n baie duidelike assosiasie tussen dehidrasie en hipertermie soos aangetoon deur die werk van prof Wyndham en Strydom van Johannesburg<sup>2</sup>. Hulle het vasgestel dat die O<sub>2</sub>-verbruik verband hou met die liggaams-massa en die spoed van hardloop, en dat die sweetverlies ook 'n direkte verband het met liggaams-massa.

**'n Atleet wat net vloeistof inneem wanneer hy dors voel, sal veels te min inneem.**

Die belangrikste bevinding was egter dat wanneer atlete meer as 3% van hulle liggaamsgewig verloor agv dehidrasie, die liggaamstemperatuur kan styg in direkte verhouding met verdere dehidrasie, selfs in koel omstandighede. Die liggaam se vermoë om sy temperatuur te beheer, word ernstig benadeel deur dehidrasie. Wanneer die atleet genoeg vloeistowwe kan inneem tydens die wedloop om sy dehidrasie tot minder as 3% van sy liggaamsgewig te beperk, is daar 'n baie geringe kans vir hitte-besering.

Indien die atleet toegelaat word om staat te maak op sy natuurlike lus om sy dors te les, sal hy te min vloeistowwe inneem, aangesien die dors-sensasie eers ontstaan wanneer 2% van sy liggaamsmassa in water-verlies verlore is. Aangesien sweetverliese in die omgewing van 1 tot 4 liters per uur kan beloop, is die maagledigingspoed van  $\pm 800$  ml per uur ook 'n beperkende faktor tydens hoë intensiteit oefening, sodat dit lyk asof 'n mate van dehidrasie onmoontlik is om te ontwyk in marathon-atlete. (In stadiger atlete wat deelneem aan ultra-marathon afstande — soos bv die Comrades van 90km — is maaglediging vinniger, en omdat sweetverlies slegs verband hou met die massa van die atleet, en nie soseer met sy hardloopspoed nie, kan hierdie atlete welliswaar te veel drink en 'n toestand van watervergiftiging opdoen in uitsonderlike gevalle.)

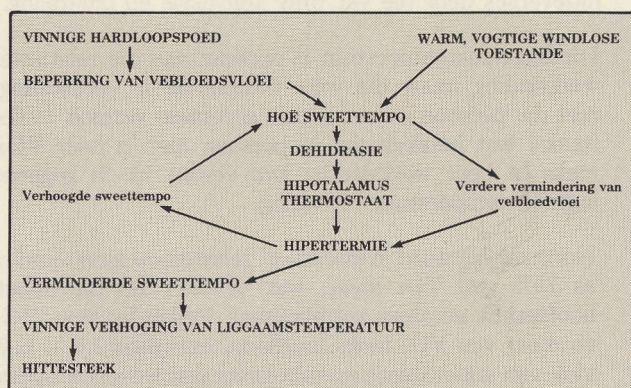
**Dehidrasie het 'n direkte effek op die hipotalamus en veroorsaak hipertermie.**

Hierdie bevindinge het aanleiding gegee dat die 1976 Montreal Olimpiese Marathon die eerste wedloop was waar daar geen beperkings op vloeistof-inname was nie. (Voorheen was die atlete nie toegelaat om te drink voor

die 11 km merk van die 42 km standaard marathon nie, en daarna slegs elke 5 km, volgens reël no. 165:5 van die Internasionale Amateur Atletiek-Federasie).

Dit is ook bekend dat dehidrasie 'n direkte effek het op die hipotalamus deur die "termostaat" op 'n hoër vlak in te stel: hierdie effek vererger die bose kringloop van hipertermie.

Vinnige hardloop-spoed in warm, vogtige en windlose omstandighede veroorsaak 'n beperking in velbloedvloei en 'n hoë sweettempo met gevolglike dehidrasie. Die dehidrasie het 'n direkte effek op die hipotalamus en veroorsaak hipertermie wat 'n verdere verhoging in sweettempo inisieer. Met progressiewe dehidrasie stort die sweet meganisme in duie, en die liggaamstemperatuur styg vinnig tot die vlak waar hittesteek intree. Die bose kringloop kan grootliks beheer word deur die voorkoming van dehidrasie.



### PATO-FISIOLOGIE VAN HIPERTERMIE

Tydens 'n marathon-wedloop is die liggaamstemperatuur altyd hoër as 38°C, en indien die atleet gedehidreerd is kan die rektale temperatuur styg tot bo 40°C. Hierdie verhoogde temperatuur is verantwoordelik vir die beskadiging van die selle in die vitale organe soos aangetoon in verhoogde serum ensiem vlakke en funksionele orgaan beskadiging van die brein, nier, lewer en hart veral.

Indien *hipertermie* vir lank genoeg teenwoordig bly, ontstaan verhogings van die volgende serum ensieme; LDH, CPK, SGOT, SGPT.

Die weefselskade word vererger indien daar geassosieerde *anoksie* is agv swak sirkulasie of gedissemineerde intravaskulêre stollings, metaboliese *asidose* agv anaerobiese metabolisme.

In individuele vatbare persone mag akute nierversaking voorkom.

### DIE DIAGNOSE VAN HITTE-UITPUTTING EN HITTE-STEK

Hitte-steek word van hitte-uitputting onderskei deurdat eersgenoemde toestand per definisie 'n toestand is waar verhoogde liggaamstemperatuur weefselbeskadiging veroorsaak het, dikwels van 'n onherstelbare aard, en het 'n mortaliteit van  $\pm 80\%$ . Hierdie diagnose kan gemaak word



op grond van die volgende kriteria, nl.

1. Bewyse van *selskade* deur verhoogde ensieme wat hoër styg na 48 uur van die kollaps, en na 96 uur nog hoër is as normaal.
2. Bewyse van *serebrale beskadiging* deur of serebrale onderdrukking, (bewusteloos, stuporeus) óf serebrale stimulasie (verwardheid, prikkelbaarheid en konvulsies).
3. Verhoogde rektale temperatuur — gewoonlik bo 41°C.

In praktyk word die diagnose sonder versuim gemaak wanneer 'n voorheen gesonde atleet gedurende oefening in warm weer kollabeer met koors en 'n versteurde bewussynsvlak, tensy daar 'n ander duidelike oorsaak is. Die vel mag warm en droog wees, of hy kan erg sweet. Die pols is gewoonlik vinnig en swak, maar mag selfs bonsend wees.

**DIFFERENSIËLE DIAGNOSE:** Dit kan gebeur dat 'n atleet kollabeer met serebrale simptome agv hipoglisemie. Dit gebeur wanneer die lewerglikogeen voorraad uitgeput is deur te vas, of 'n lae koolhidraat dieët voor die wedloop, of te min koolhidraat inname tydens die wedloop.

## DIE BEHANDELING VAN HITTE-BESKADIGING

Die belangrikste prioriteit in die behandeling van hitte-steek is om die atleet so vinnig moontlik af te koel tot 'n rektale temperatuur van 38°C en minder. Die effektiëste manier om die atleet af te koel is met behulp van verdamping, deur koue water (nie yswater nie) oor die

pasiënt te spreid, en 'n sterk waaier oor die atleet te laat blaas. (In die veld kan die nat atleet ook koud gewaai word met stukke karton).

Die sirkulatoriese skok en metaboliese asidose word behandel met intra-venese vog en bikarbonaat. Die tipe vog wat toegedien moet word moet verkieslik bestaan uit:

1 deel Normale Soutoplossing en 2 dele 5% Dekstrose en water, wat 'n konsentrasie van 50 mEq/l Natrium lewer. (Dit is baie na aan die samestelling van sweet.)

Indien yspakke beskikbaar is, kan hulle in aanraking gebring word met klein velareas oor die groot arteries. Onder geen omstandighede moet die hele liggaam met ys toegepask word nie: nie alleen veroorsaak dit perifere vasokonstriksie met afkoeling van die vel wat net 'n paar millimeter diep strek en die warm liggaam dus insuleer van die omgewing nie, maar dit kan die temperatuur te vër laat daal met noodlottige gevolge wanneer die liggaam weer verwarm moet word agv 'n sirkulatoriese skok.

Ernstige gevalle moet tot 'n hospitaal toegelaat word vir observasie van nierfunksies, en die dophou van serum ensiem reaksies wat van prognostiese waarde kan wees.

## VERWYSINGS

1. Noakes TD. Heatstroke during the 1981 National cross country championships. *S Afr Med J* 1981; 61 (5): 145.
2. Wyndhamm CH. Heat stroke and hyperthermia in marathon runners. *Ann NY Acad Sci* 1977; 301: 128-38.



## Congress Quotes

as heard by Saville Furman

*We have a distressing array of non-specific, trashy, deadly drugs and it's up to you and I to identify that area of therapy, because I believe to be professional you have to be up to date.*

**DR JOHN STRAUGHAN**

*Non-compliance in the elderly may be beneficial, as, if they took all the drugs we prescribed, they might well be a lot sicker!*

*NSAID — new sort of Aspirin in disguise.*

*Child-proof pill containers are unfortunately often granny-proof.*

**DR L REGENSBERG**

*Sophistication has a place, but medicine is still an art.*

**DR G BRINK**

*Failure to appreciate the effects of patho-physiology factors, pharmacokinetics and pharmacodynamics of drugs will lead to incorrect interpretation of results.*

*Assessment of compliance is the basis of everything you do in drug therapy.*

**PROF R MILLER**

*Think pathology, avoid polypharmacy; improve compliance; use alternative modes of therapy (eg physiotherapy, humidify air, vaporization); monitor what you're doing. (re paediatric prescribing)*

**DR C VAN WYK**