

# **Specifieke pathologie: Omgevingsfactoren**

---

Prof Dr Marc Sabbe  
Dienst Urgentiegeneeskunde  
UZ Gasthuisberg, KULeuven

## **Omgevingsfactoren**

---

- (Vrieswonden)
- Accidentele hypothermie
- Accidentele hyperthermie
- Verdrinking
- (Duikongevallen + Dysbarisme)
- (Hoogteziekte)
- Electrocutie
- NBC incidenten

## Hypothermie: warmte balans

- **Warmte productie:**
  - basaal metabolisme (40-60 kcal/m<sup>2</sup>BSA/uur)
  - Extra: spieractiviteit, shivering,...
  
- **Warmte verlies:**
  - radiatie = emissie infrarood (hoofd = > 50 %)
  - conductie (water)
  - verdamping
  - convectie (wind)

## Warmte balans

Wind Chill Calculation Chart

T air (°C)	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50
5	4	-2	-7	-13	-19	-24	-30	-36	-41	-47	-53	-58
10	3	-3	-9	-15	-21	-27	-33	-39	-45	-51	-57	-63
15	2	-4	-11	-17	-23	-29	-35	-41	-48	-54	-60	-66
20	1	-5	-12	-18	-24	-31	-37	-43	-49	-56	-62	-68
25	1	-6	-12	-19	-25	-32	-38	-45	-51	-57	-64	-70
30	0	-7	-13	-20	-26	-33	-39	-46	-52	-59	-65	-72
35	0	-7	-14	-20	-27	-33	-40	-47	-53	-60	-66	-73
40	-1	-7	-14	-21	-27	-34	-41	-48	-54	-61	-68	-74
45	-1	-8	-15	-21	-28	-35	-42	-48	-55	-62	-69	-75
50	-1	-8	-15	-22	-29	-35	-42	-49	-56	-63	-70	-76
55	-2	-9	-15	-22	-29	-36	-43	-50	-57	-63	-70	-77
60	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-43	-50	-57	-64	-71	-78
65	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-79
70	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-59	-66	-73	-80
75	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-59	-66	-73	-80
80	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-60	-67	-74	-81

where T air = (Real) Air Temperature in °C  
V<sub>10</sub> = Wind Speed at 10 Metres in km/h (as reported in weather observations)

## Warmte balans

### ■ Warmte controle

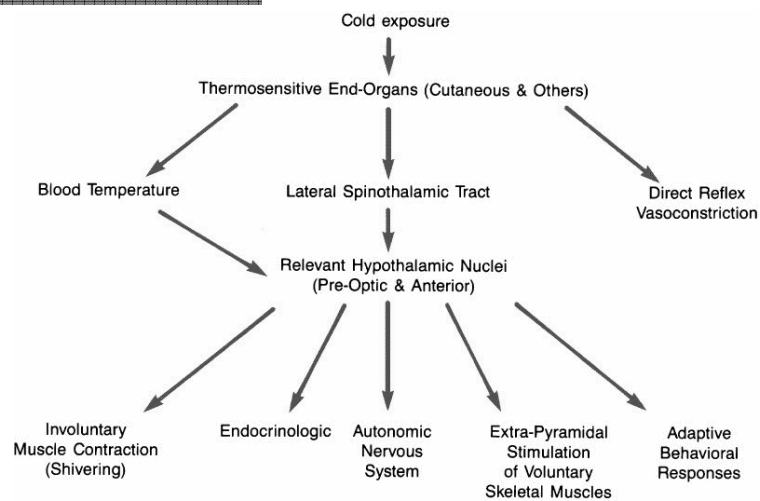
**koude = stimulatie thermosensitieve eindorganen (huid)**

- onmiddellijke vasoconstrictie
- stimulatie laterale tractus spinothalamicus

**stimulatie pre-optische & anterieure hypothalamus**

- endocrinologische veranderingen
- autonoom zenuwstelsel
- extrapyramidale stimulatie spieractiviteit
- gedragsveranderingen

## Warmte balans



## **Warmte balans: Bijkomende factoren bij hypothermie**

---

- **metabole stoornissen (= beperkte warmteproductie):**
  - Hypothyroidie
  - bijnierschors insufficiëntie
  - lactaat acidose, ketoacidose,...
- **cerebrale aandoeningen (hypothalamus):**
  - trauma, CVA, MS
  - Anorexie
  - Tumor
  - Wernicke encefalopathie
- **Intoxicaties: CO, barbituraten, alcohol,...**
- **Andere: brandwonden, sepsis, neuropathie,...**

## **Hypothermie: ernst**

---

- **Snelheid afkoelen**
  - > 35 °C = stress
  - < 35 °C = afkoeling
- **balans zuurstof verbruik-opname**

## Hypothermie: Soorten - indeling

---

- Geïnduceerde hypothermie
  - peroperatief - post-reanimatie - CCT
  
- Accidentele hypothermie
  - primair - secundair (abnormale thermoregulatie)
  - "immersion" hypothermie
  - "uitputtings" hypothermie
  - subklinisch & chronisch (malnutritie)
  - chronisch
  - intermitterend

## Hypothermie: Soorten - indeling

---

- Stress
  - mild - matig - ernstig (normale  $t^{\circ}$  tot  $< 35^{\circ}\text{C}$ )
  
- Hypothermie
  - mild:  $35^{\circ}\text{-}32^{\circ}\text{C}$
  - matig:  $32^{\circ}\text{-}28^{\circ}\text{C}$
  - ernstig:  $< 28^{\circ}\text{C}$

## Hypothermie: pathofysiologie CZS

---

- **Bewustzijn:**
  - $\Delta$  geheugen, spraak, beoordeling,...
  - $< 30\text{ }^{\circ}\text{C}$  = bewusteloos maar uitzonderingen (afkoelen hersenen is inhomogeen)
- **Autoregulatie blijft tot  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$**
- **EEG & SSEP dalen ifv  $t^{\circ}$** 
  - EEG abnormaal vanaf  $33,5\text{ }^{\circ}\text{C}$
  - EEG = 0 vanaf  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$

## Hypothermie: pathofysiologie CZS

---

- **Geen vegetatieve reflexen vanaf  $20\text{-}25\text{ }^{\circ}\text{C}$**
- **hypoxie tolerantie**
  - honden experiment:
    - snelle afkoeling
    - tot  $22\text{ }^{\circ}\text{C}$  = 18-24 min circulatiestop
    - tot  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  = 64-80 min circulatiestop

## Hypothermie: pathofysiologie cardiovasculair

### ■ Koude stress:

- vasoconstrictie
- stimulatie orthosympathisch ZS
- slagvolume blijft constant

=> *tachycardie - hypertensie - gestegen  $O_2$  verbruik*

## Hypothermie: pathofysiologie cardiovasculair

### ■ Hypothermie

- PVR stijgt & contractiliteit daalt
- pols & CO dalen

=>  $O_2$  verbruik daalt met 6 tot 10 % per °C

### ■ eens bradycardie:

- systole is verlengd (meer dan diastole)
- elektrische geleiding is vertraagd:
  - eerst verlengd PR nadien QRS en QTc
  - kleine P golf verdoken in artefacten shiveren

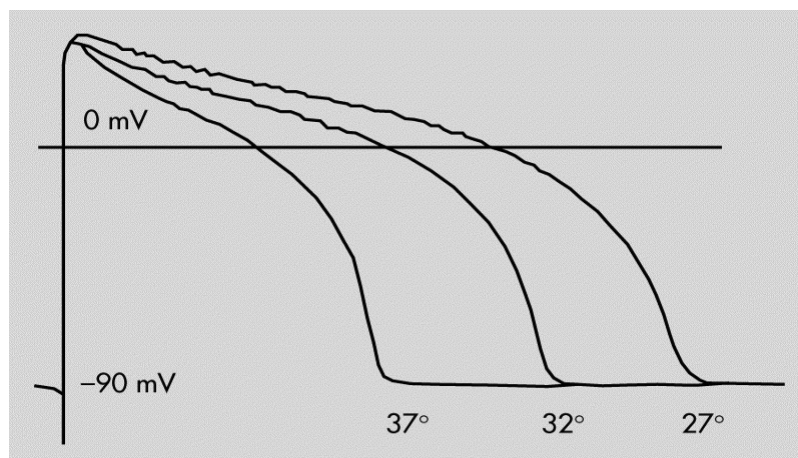
## Hypothermie: pathofysiologie cardiovasculair

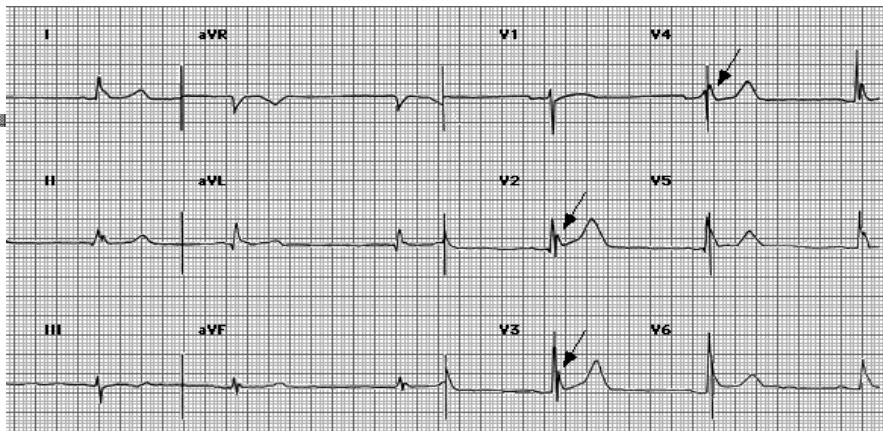
### ■ Hypothermie

#### ■ elektrische geleiding is vertraagd:

- ST & T golf abnormaliteiten inconsistent
- J golf of Osborne golf (II, III, aVF, V4 tot V6)  
(niet prognostisch!)
  - = late depol. & vroege repolarisatie
  - = GEEN infarct

## Hypothermie: pathofysiologie cardiovasculair





**Electrocardiogram in hypothermia** The ECG reveals marked sinus bradycardia (about 40 beats/min) with first degree atrioventricular block (PR interval = 0.23 sec). The slow heart rate in this patient is due to hypothermia (90°F, 32.2°C), which also produces prominent convex deflections at the J point (junction of QRS and ST segments) that are best seen in the precordial leads. The J waves or Osborn waves (arrows) are characteristic of severe hypothermia and resolve with rewarming; how they occur is not known. Courtesy of Ary Goldberger, MD.

## Hypothermie: pathofysiologie cardiovasculair

### ■ Hypothermie

- < 32 °C = alle types atriale & ventriculaire ritmestoornissen
- < 32 °C ritmeveranderingen door :
  - electrolyten
  - pH
  - CO<sub>2</sub>
  - refractaire periode is gestegen
  - energie (intubatie, transport, CPR,...)

### ■ Afterdrop

## Hypothermie: pathofysiologie cardiovasculair

### ■ Hypothermie

#### ■ Microcirculatie:

- vasoconstrictie => overvulling => koude diurese
- viscositeit bloed stijgt
- denaturatie proteïnen
- sedimentatie WBC & trombocyten  
(leucopenie & trombopenie = prognostisch)
- compressie door liggen

## Hypothermie: pathofysiologie respiratoir

### ■ Koude stress

- stimulatie ademhalingscentrum = hypocapnie

### ■ Hypothermie

- daling RR & TV ifv O<sub>2</sub> & CO<sub>2</sub>
- daling ciliaire motiliteit
- stijging viscositeit secreties
- bronchoconstrictie door vagale stimulatie
- O<sub>2</sub> dissociatie curve naar LINKS & respiratoire alkalose

## **Hypothermie: pathofysiologie renaal**

- **Koude diurese**
  - vasoconstrictie
  - minder ADH
  - gedaalde tubulaire reabsorptie
    - ==> hemoconcentratie
- **CO daalt = GFR daalt**
- **effect microcirculatie uitgesproken in nier**

## **Hypothermie: pathofysiologie**

- **Endocrinologische & metabole status**
  - "metabole ice-box"
  - glycemie: hoog-laag-normaal
  - cave: keto-acidose
  - lipiden metabolisme neemt over
- **GI tractus**
  - < 34 °C geen darmmotiliteit meer
  - leverfunctie = detoxificatie & conjugatie daalt
  - pancreas necrose < 25 °C

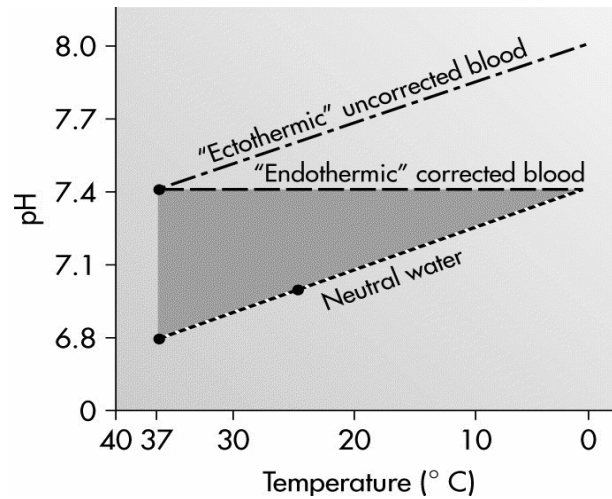
## Hypothermie: pathofysiologie

- **Stolling**
  - klinisch stollingsstoornissen ondanks normale labo waarden (testen uitgevoerd op 37 °C)
  - risico DIC
    - ==> trombocyten: prognostische indicator
  
- **Farmacologie**
  - farmacokinetiek
  - receptorbinding
  - metabolisme,...

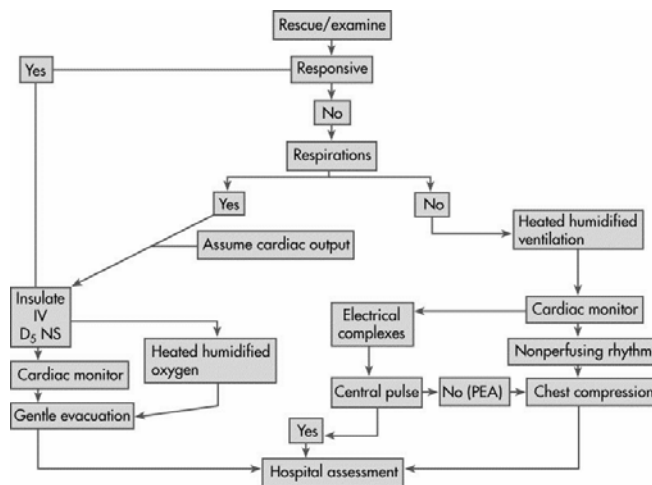
## Hypothermie: pathofysiologie zuur-base evenwicht

- **Initieel respiratoire alkalose**
- **Nadien acidose: respiratoir - metabool**
- **Status = ? Ifv snelheid afkoeling**
- **BGW bepaald op 37 °C, per °C daling (belang = ?)**
  - pH: 0,0147 bijtellen
  - pO<sub>2</sub>: 7,2 % daling
  - pCO<sub>2</sub>: 4,4 % daling
- **Rahn 's hypothese: streven alkalose ondanks shift dissociatiecurve**

## Hypothermie: pathofysiologie zuur-base evenwicht



## Hypothermie: aanpak slachtoffer (pre-hospitaal)



## Hypothermie: aanpak slachtoffer (in-hospitaal)

---

### ■ monitoring:

- centrale & perifere t°
- EKG, diurese, invasieve BD, geen CVD
- biochemie om 1-2 uur:
  - BGW
  - Hb, WBC, trombo 's
  - elektrolyten (Na,K,Ca, Mg, fosfaat)
  - glc, lactaat
  - enzymen

## Hypothermie: aanpak slachtoffer (in-hospitaal)

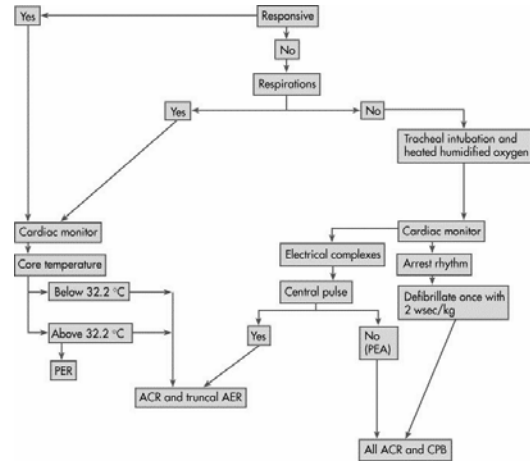
---

### ■ (toxicologische bepaling)

### ■ supportieve therapie:

- intubatie + KV = zelden
- rehydratie: NaCl 0,9 % + glc 5 %
- GEEN bicarbonaat, inotropie, antiarrythmica (< 32 °C)
- GEEN insuline behalve keto-acidose

## Hypothermie: aanpak slachtoffer



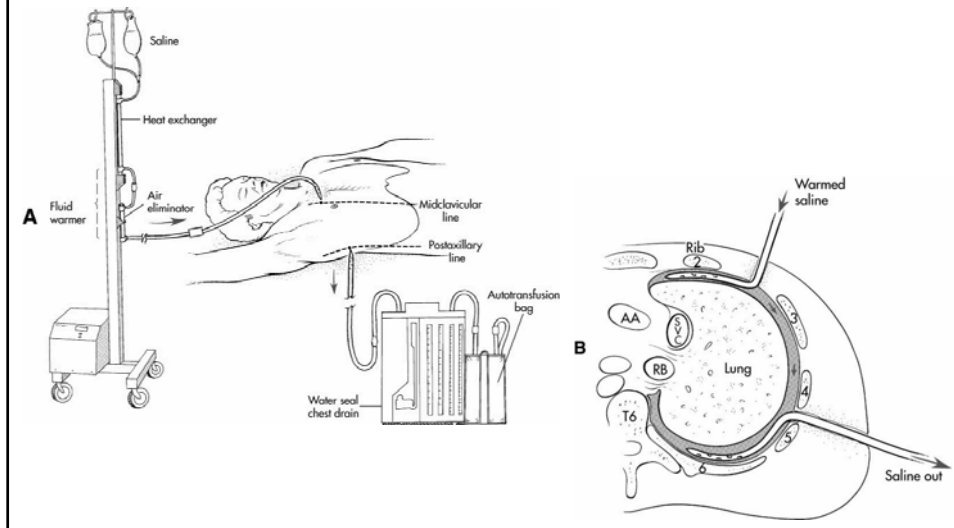
## Hypothermie: aanpak slachtoffer

### ■ Hospitaal

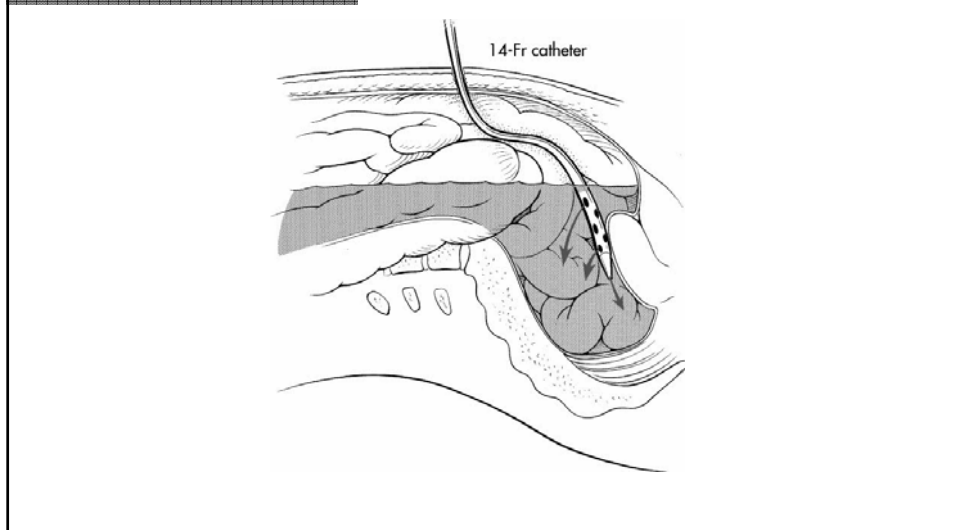
#### ■ opwarmen

- spontaan
- actief oppervlakte & lucht
- IV vocht
- GI tractus of blaas irrigeren
- irrigatie lichaamsholtes
- dialyse - extracorporeel
- arterioveneuze opwarming

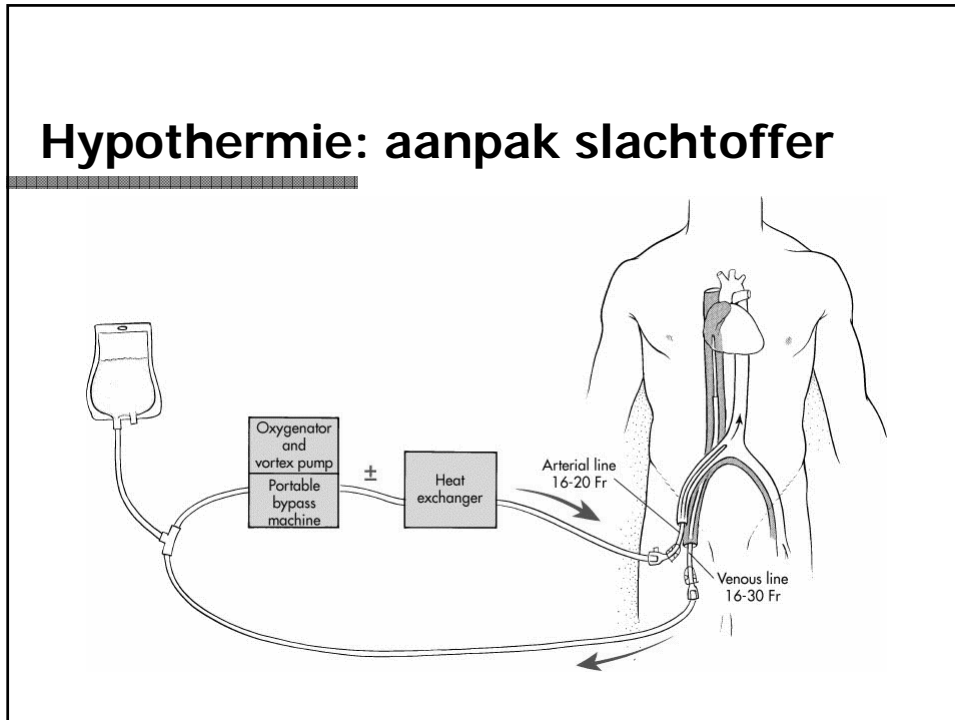
## Hypothermie: aanpak slachtoffer



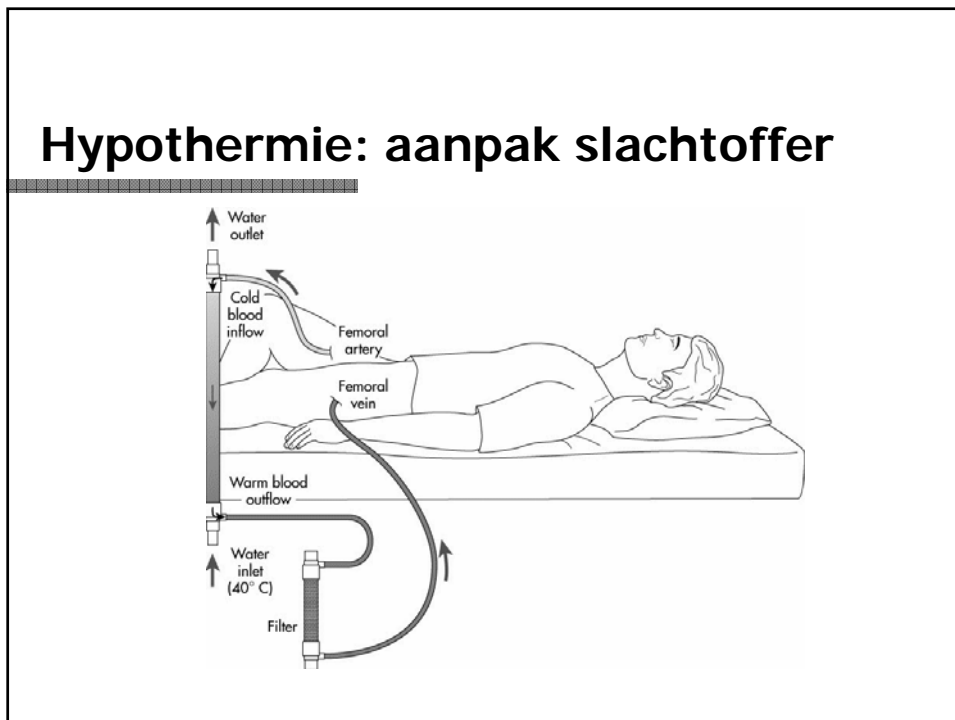
## Hypothermie: aanpak slachtoffer



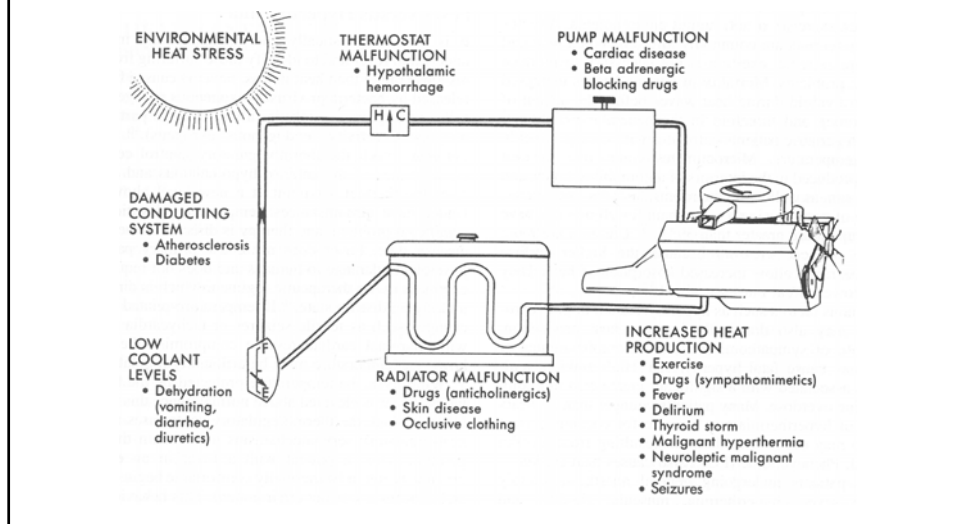
## Hypothermie: aanpak slachtoffer



## Hypothermie: aanpak slachtoffer



# Hyperthermie



## Warmte balans: Bijkomende factoren hyperthermie

- warmte verlies verhinderen
  - gebrekkige acclimatisatie, vermoeidheid, kledij, deshydratatie, huidaandoeningen, medicatie
  - obesitas, gebrekkige cardiale fitheid
  - electrolieten stoornissen
- warmte productie
  - koorts
  - volgehouden inspanning

## Hyperthermie

- Warmte syncope = vasodilatatie
- Warmte krampen = zout tekort
- Warmte uitputting = deshydratatie
  - water tekort = zwak, dorst
  - zout tekort = krampen braken
  
- Warmte aanval (heat stroke) = koken
  - > 40 °C
  - CZS abnormaliteit (delirium, convulsies, coma)
  - Omgeving of overdreven inspanning

## Hyperthermie

### Warmte uitputting

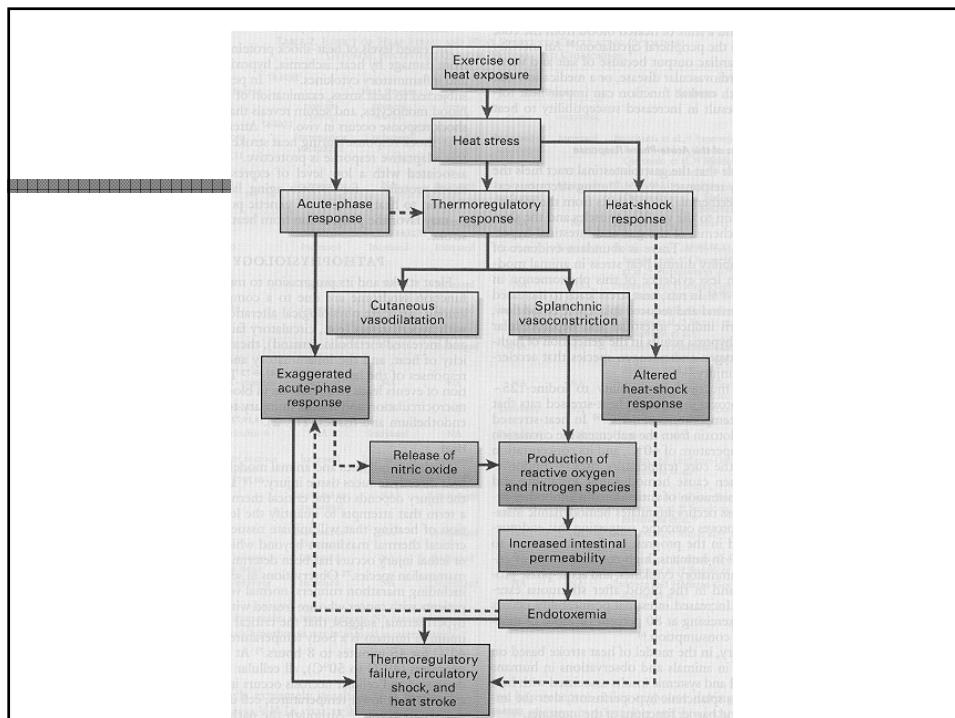
duizelig, verward  
zwakke pols  
matige hyperventilatie  
normale t° tot 40°C  
koude, klamme huid  
zweeten

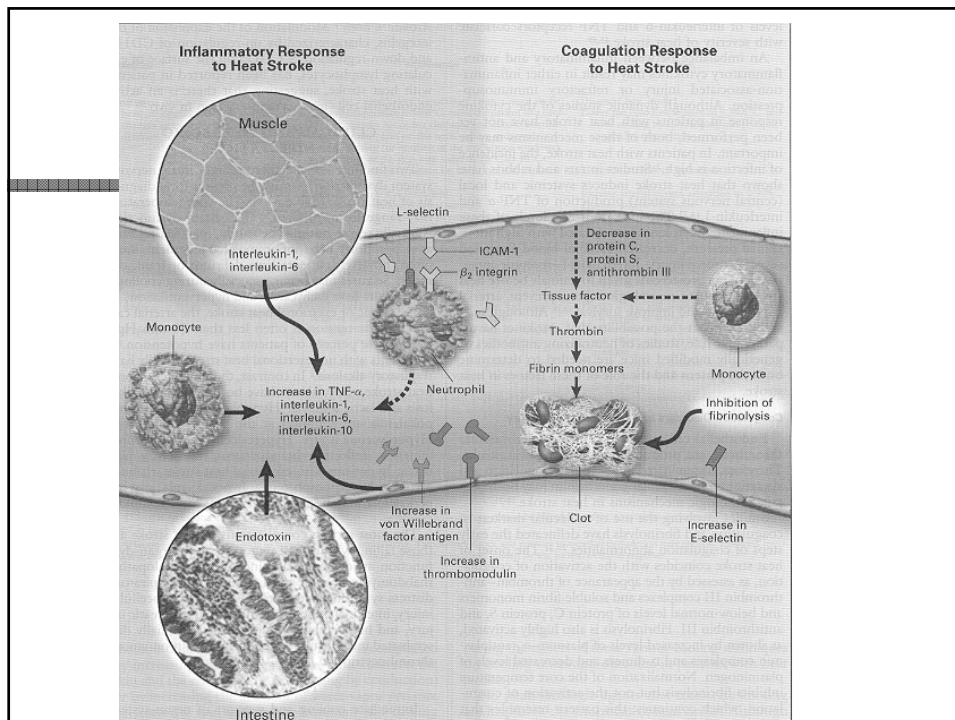
### warmte aanval

bewustzijnsverlies  
snelle hyperdyn. pols  
hyperventilatie  
> 40 °C  
droge, warme, rode huid  
geen zweeten

## Hyperthermie: pathofysiologie (initiëel)

- **Acute fase response** = gecoördineerde actie ter bescherming
- **Heat-Shock response** = actie ter overleving
  - Gen transcriptie: heat-shock eiwitten





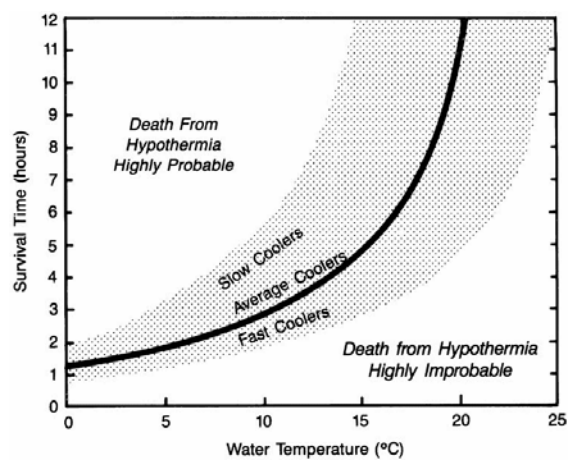
## Hyperthermie: aanpak slachtoffer

- Triage ifv ernst
- Behandeling:
  - verwijderen uit milieu
  - vrije luchtweg + O<sub>2</sub>
  - afkoelen (geen alcoholcompressen)
  - water + zout ifv diurese en klinisch beeld
  - hospitalisatie bij risico 's (rabdomyolysis, NI, cardiaal falen)

## Verdrinking

- Drowning
  - 500.000 doden/jaar in wereld
- Near-drowning
  - met – zonder aspiratie (= asfyxie)
  - Adequate- inadequate ventilatie
  - hypothermie

## Verdrinking



## Electrocutie

---

- Wisselstroom vs gelijkstroom
- $I = V/R$  en hitte =  $I^2Rt$
- Letsels ifv aangetaste organen
  
- **Bliksem** (1000 doden & 5000 gewonden/jaar)
  - Directe strike
  - Side splash
  - Ground current

## NBC incident

---

- Oorzaken: labo, industrie, transport, terrorisme
- Nucleair: straling vs contaminatie
- Biologisch: symptomen? Kiem?
- Chemisch: inhalatie? Huidcontact?
  
- Hamvraag: decontaminatie nodig & waar?

