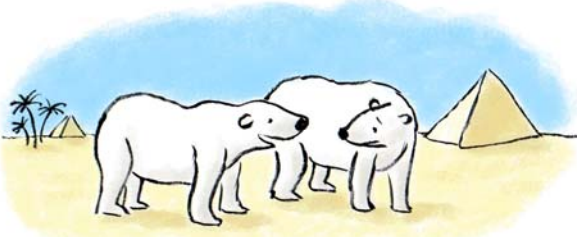


## Thermo regulatie



VICV/BVF/SEH  
Jan Pouwels  
2013

april 2013 Jan Pouwels

1

## Lesinhoud

- Anatomie/fysiologie
- Meetmethoden
- Hyperthermie/hypothermie
  - Oorzaken
  - Verschijnselen
  - Behandeling

april 2013 Jan Pouwels

2

## Anatomie & Fysiologie

- Homeothermie vs. Poikilothermie
- Kerntemperatuur vs. Schiltemperatuur
- Thermo-regulatie mechanisme


april 2013 Jan Pouwels

3

## homeothermie vs. poikilothermie

de mens is homeotherm:

- Voordelen:
  - Effectieve chemische reacties
  - Constante lichaamstemperatuur
- Nadelen:
  - Kleine range in levensvatbare lichaamstemperatuur (27-42 °C)
  - Kost veel energie




april 2013 Jan Pouwels

4

## warmteproductie

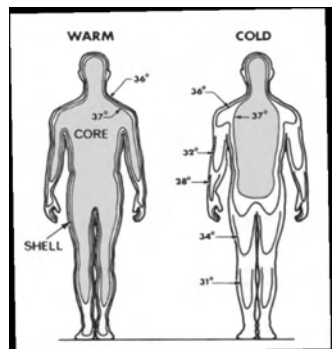
- basaal metabolisme:      • topsport:
- 1° C per uur                      • 1° C per 15 min.



april 2013 Jan Pouwels

5

## kerntemperatuur vs. schiltemperatuur

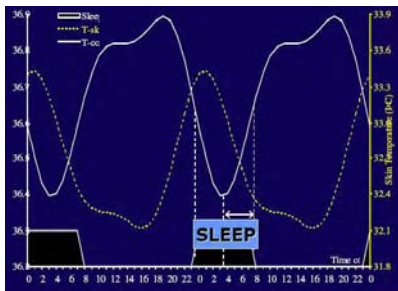


The diagram shows two human figures. The left figure is labeled 'WARM' and has a core temperature of 37°C and a shell temperature of 36°C. The right figure is labeled 'COLD' and has a core temperature of 37°C and a shell temperature of 31°C. The core is labeled 'CORE' and the shell is labeled 'SHELL'.

april 2013 Jan Pouwels

6

### Circadiane ritme



Kern- en schiltemperatuur laten tegengestelde patronen zien

april 2013 Jan Pouwels

7

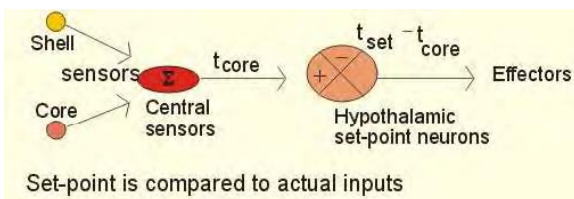
### Delta T ( $\Delta T$ )

- Verschil tussen kern en schil
- Normaal:  $\pm 2 - 4^\circ C$
- Afwijkend:  $\geq 4 - 7^\circ C$ 
  - Vasoconstrictie
  - Vasodilatatie

april 2013 Jan Pouwels

8

### Thermo-regulatie mechanisme

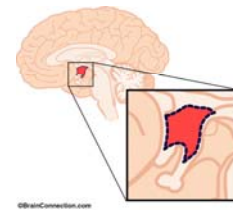


april 2013 Jan Pouwels

9

### Thermo-regulatie mechanisme

- Sensoren
  - Huid, CZS
- Thermostaat
  - Setpoint
- Effectoren
  - Balans



april 2013 Jan Pouwels

10

### Thermo-regulatie mechanisme

Warmte productie

- balans
- Basaal metabolisme
- Spieractiviteit
- Hormonen

Warmte afgifte

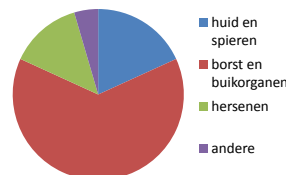
- Zweetklieren
- Arteriolen

april 2013 Jan Copyright 2002. open gallery

11

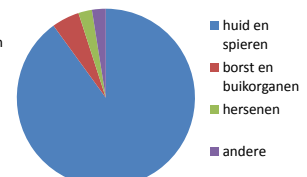
### Thermo-regulatie mechanisme

#### Hitte productie in rust



Temp stijging van  $0,5^\circ - 1^\circ$  per uur

#### Hitte productie in actie

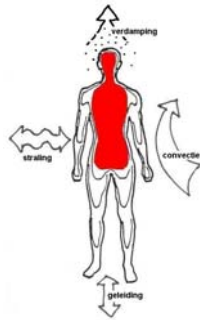


Temp stijging van  $\pm 1^\circ$  per 15 min.

april 2013 Jan Pouwels

12

## Thermo-regulatie mechanisme



### Warmte afgifte

- Radiatie 65%
- Evaporatie 30%
- Convection 10%
- Conductie 5%

april 2013 Jan Pouwels

13

## Thermo-regulatie mechanisme

### gedrag

- Extra kleding
- Rillen/klappertanden
- Activiteiten

### autonome zenuwstelsel

- Kippevel
- Vasoconstrictie

april 2013 Jan Pouwels

14

## Meetmethoden

<b>Tympanometrie (oorthermometer):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• makkelijk maar onbetrouwbaar</li> <li>• niet geschikt bij hypothermie</li> </ul>	<b>Bloedtemperatuur (SG/PICO):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• invasief maar betrouwbaar</li> </ul>
<b>Oesophagaal:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• betrouwbaar</li> </ul>	<b>Oraal:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• makkelijk maar onbetrouwbaar (invloeden)</li> <li>• niet geschikt bij hypothermie</li> </ul>
<b>Rectaal:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• betrouwbaar, continu, niet comfortabel, complicaties (contra-indicaties)</li> </ul>	<b>Blaas temperatuur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• betrouwbaar, continu</li> </ul>

april 2013 Jan Pouwels

15

## hypothermie

- Therapeutische hypothermie
  - Post reanimatie
  - Hoge ICP
- Primaire hypothermie
  - accidenteel
- Secundaire hypothermie

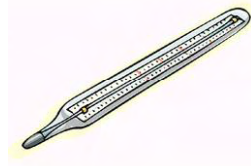
- Verstoorde thermoregulatie
- Centraal zenuwstelsel
- Endocrinologisch
- Onvoldoende energie
- Neuromusculaire ziekten
- Warmteverlies
- Huidziekten, brandwonden
- Iatrogen
- Infecties/sepsis/shock

april 2013 Jan Pouwels

16

## Indeling hypothermie

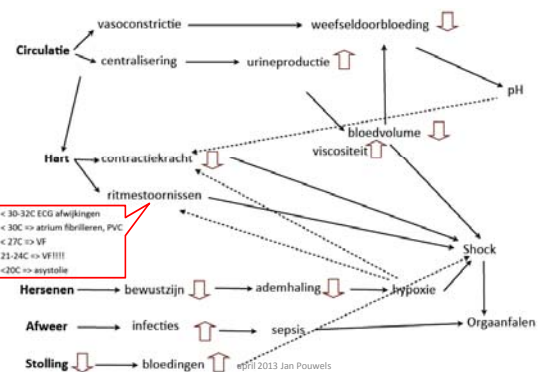
- Mild: 32° - 35° C
- Matig: 28° - 32° C
- Ernstig: < 28° C



april 2013 Jan Pouwels

17

## hypothermie



april 2013 Jan Pouwels

18

## Pathofysiologie hypothermie

### CZS

- Bewustzijnsdaling
- Onbetrouwbare GCS
- Autoregulatie tot 25° C
- EEG & SSEP:
  - Abnormaal v.a. 33,5° C
  - EEG = 0 v.a. 20° C
- 20° - 25° C: geen vegetatieve reflexen
- Hypoxie tolerantie:
  - Tot 22° C = 18 - 24 min.
  - Tot 10° C = 64 - 80 min. (Dierexperimenteel)

### cardiovasculair

- Vasoconstrictie
  - overvulling, koude diurese
- Cardiac Output ↓
- Bradycardieën
- Ritmestoornissen
  - Verlengde QT-tijd
  - < 27° C → VF
  - < 20° C → VF !!!
- ECG-afwijkingen
- Leukopenie, trombopenie, denaturatie proteïnen

april 2013 Jan Pouwels

19

## Pathofysiologie hypothermie

### renaal

- Koude diurese
  - vasoconstrictie
  - minder ADH

### gastro-intestinaal

- <34° C geen darmmotiliteit
- leverfunctie ↓
- < 25° C pancreasnecrose

### respiratie

- AMV ↓
- hypoxie en hypercapnie
- bronchoconstrictie (a.g.v. nervus vagus stimulatie)
- verschuiving O<sub>2</sub>-dissociatie curve

### endocrinologisch & metabolisme

- wisselende glycemie
- lipiden metabolisme
- Na<sup>+</sup> en K<sup>+</sup> verstoring

### stolling

- stollingsstoornissen
- D.I.S.

april 2013 Jan Pouwels

20

## Hypothermie behandeling

- Opwarmen
  - Passief (verwijder koude kleding, isolatie)
  - Externe warmte (infusen (level I), gas, warmtedekens)
  - Blaas/maag/thorax spoelen
  - EC-circulatie (hart/longmachine)
- Vitale functies bewaken/ondersteunen/overnemen
  - After-drop
  - Koude diurese



april 2013 Jan Pouwels

21

## Hypothermie behandeling

- Voorkom verdere afkoeling (sedatie/verslapping)
- Komt medicatie aan bij ernstige hypothermie?
- Hypothermie beschermt, langdurige reanimatie kan zinvol zijn
- Wanneer wel/niet reanimeren en hoe ?

april 2013 Jan Pouwels

22

## Hypothermie

### To CPR or not to CPR ?

#### zeker

- Trauma met dodelijke verwonding, lichaam gedeformeerd
- Niet comprimeerbare thorax
- Bevroren lichaam
- IJs in luchtwegen
- NR verklaring
- Geen mogelijkheid transport met CPR

#### twijfel

- Lichaams temperatuur < 12 °C
- > 1 uur onder water
- wijde, lichtstijve vervormbare pupillen
- Rigor mortis
- pH < 6,5
- Kalium > 10 mmol/l

april 2013 Jan Pouwels

23

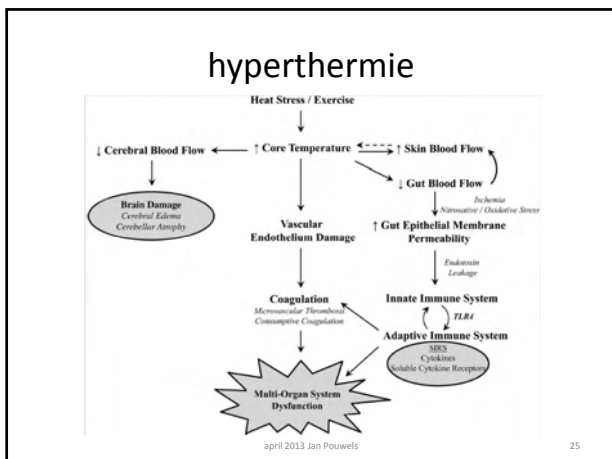
## Hyperthermie

- koorts (koude rilling)
- warmtestuwing
- maligne hyperthermie
- maligne neuroleptisch syndroom
- gestoorde thermoregulatie:
  - metabolisme ↑
  - afgifte ↓
  - hypothalamie of CZS-dysfunctie



april 2013 Jan Pouwels

24



- ### Hyperthermie pathofysiologie
- compensatiemechanismen
  - CZS → bewustzijnsdaling/delir/coördinatie ↓
  - leverfalen
  - endotheel beschadigt
  - nierfalen, ARDS, rhabdomyolyse
  - hemodynamiek ↓
  - lactaatacidose, hyperkaliaemie
  - stolling ↓ (DIS)
  - > 42° C denaturatie proteïnen
- april 2013 Jan Pouwels 26

- ### Behandeling hyperthermie
- Afkoelen:
    - Blanket roll, Bair hugger, Cold packs, Spray lau water
    - Cool guard
    - Cave: verminderde afgifte door vasoconstrictie a.g.v. koelen
  - Bewaak/corrigeer vitale functies
    - Resp. insuff., hartfalen, lever- nierfalen, rhabdomyolyse, DIS, convulsies, delir,
  - Vochtresuscitatie
  - Corrigeer electrolytenstoornissen
- april 2013 Jan Pouwels 27



- ### Opwarmen ja of nee ?
- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Casus 1:</u></li> </ul> <p>Patiënt komt binnen met een geïsoleerd neurotrauma</p> <p>Temperatuur: 34,1<br/>HD: stabiel<br/>Resp: PRVC</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Casus 2:</u></li> </ul> <p>Patiënt komt binnen na een trauma met een epiduraalbloeding, aangezichtsfracturen en een bekkenfractuur</p> <p>Temp: 33,9<br/>HD: instabiel<br/>Resp: PC</p> |
|---|---|
- april 2013 Jan Pouwels 29