

## Temperatuur controle tijdens anesthesie

Cursus stagiairs anesthesie KULeuven  
Dr. R. Vogelaerts  
2023-2024

### T° : kern boodschap (1)

- 1/ Algemene anesthesie verlaagt de trigger voor vasoconstrictie en shivering met 2°C tot 3°C
- 2/ De door anesthesie verstoorde t° controle samen met koude omgeving op-zaal maakt meeste patiënten hypotherm
- 3/ Initieel koelen meeste patiënten af door een redistributie van lichaamswarmte van centraal naar perifeer
- 4/ Neuraxiale anesthesie ontregelt zowel centrale als perifere thermoregulatiecontrole en gaat gepaard met belangrijke hypothermie
- 5/
- 6/

### T° kern boodschap (2)

- 5/ Grote gerandomiseerde studies tonen nefaste effecten van zelfs milde(1,5°C-2°C) hypothermie:
  - 3x toename myocardschade
  - 3x toename wondinfectie
  - Coagulopathie
  - 20% toename allogene bloedtransfusies
  - Verlengde recovery
  - Verlengde hospitalisatieduur
- 6/

### T° : Kern boodschap (3)

- 6/ T° moet gemonitord indien heerkunde >30'. T° >36° houden.
  - Forced air verwarming is meest veilige, efficiënte en goedkope methode (Bair-Hugger®).
  - Een recent alternatief zijn warmtedekens die bovenop de patiënt gelegd dmv een exotherme reactie met zuurstof gedurende +/- 8u warmte afgeven (Molnycke-Barrier)
  - Verwarmingsmatrassen onder de patiënt (=minder efficiënt!) kunnen van nut zijn bij lange ingrepen w aar veel lichaamsoppervlakte om chirurgische reden open en bloot moet blijven.

## Normale thermoregulatie

- Afferente input
  - Warmtereceptoren (ongemyeliniseerde C-vezels)
  - Koudereceptoren (A-delta vezels)
- Centrale regulatie via spinothalamische banen naar hypothalamus. Hypothalamus, hersenen, ruggenmerg, diepe organen en huid zorgen elk voor ong. 1/5 van thermale input.
- Efferent antwoord zorgt nl voor stabilisatie binnen 0,2°C met circadiaans ritme(+/-1°C) en maandelijks verandering(+/-0,5°C) bij vrouwen. Is intact van kindsaf maar kan verstoord zijn bij zeer oude of extreem zieke mensen.

## Normale thermoregulatie(2)

- Thalamus genereert antwoorden om warmteverlies tegen te gaan:
  - Gedrag: kleding, verandering omgevingst°, beweging
  - Cutane vasoconstrictie (capillair en sluiten arterio-veneuze fistels) vermindert warmteverlies via convection en straling
  - Non shivering thermogenesis via bruin vet (baby's)
  - Shivering kan warmteproductie verdubbelen maar zal op termijn meer warmteverlies geven door perifere vasodilatatie.
- Bij hyperthermie:
  - Zweten (verlies verdampingswarmte) en actieve vasodilatatie

## Intraoperatieve t° monitoring

- Er is geen 'gouden standaard'
  - Centrale t°
    - Nasopharynx
    - Tympanisch (meting met thermokoppel)
    - Distale slokdarm
    - Pulmonaal arterie (Swan-Ganz)
  - Klinisch bruikbare alternatieven (niet betrouwbaar tijdens CPB)
    - Oraal
    - Axillair
    - blaast° (indien voldoende urinedebiet)
  - Mits correctie
    - Voorhoofd (+2°C)
    - Rectaal (maar met vaak serieus tijdsverschil tov centrale t°)
  - Niet gebruiken
    - Temporale
    - Tympanische IR thermometers

CBP=cardio-pulmonaire bypass

## Intraop t° monitoring (2)

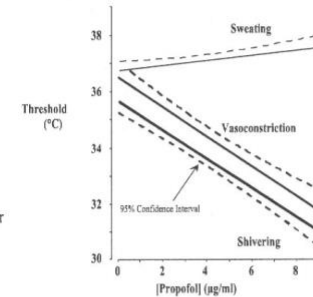
- T° monitoring is meestal niet nodig tijdens 'monitored anesthesia care' of korte procedures onder locoregionale ane.
- Majeure hk onder epidurale of spinale kan gepaard gaan met ernstige hypothermie, centrale t° meting nodig.
- Centrale t° monitoring is niet nuttig tijdens eerste 30' algemene anesthesie omwille van multiple factoren(cf infra), maar noodzakelijk zo >60'
- Slokdarm t° indien ETT. Alternatieven zo LMA of locoreg ane (cfr supra)

## Thermoregulatie & anesthesie

- Alg an: verlaagde drempels voor de fysiologische respons bij hypothermie met ong 3°C en bij hyperthermie met <1°C. (ttz toename drempel met factor 20).
- Afwezigheid van antwoorden maakt patiënten poikilotherm:
  - er is enkel passief redistributie van warmte binnenin het lichaam
  - Warmteverandering tgv verschil tussen metabolische warmteproductie en omgevingswarmte
- Propofol, opioïden en volatiele anesthetica geven deze ontregeling. Veel minder met Midazolam.
- Intraoperatieve vasoconstrictie drempels nemen toe bij pijnstimuli, maar minder bij oudere pt

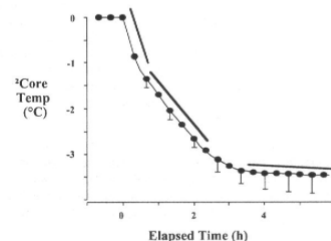
## T° en Propofol : concentratie afhankelijke drempelverandering voor vasoconstrictie, rillen en zweten

Fig. 1. Solid lines show concentration-response regressions; dotted lines indicate 95% confidence intervals for the thresholds. Propofol administration linearly, but slightly, increased the sweating threshold. Conversely, propofol markedly decreased the vasoconstriction and shivering thresholds. The MAC equivalent for propofol is a plasma concentration near 8 µg/ml. Thermoregulatory responses are similar in pattern and magnitude during administration of other general anesthetics. (From Matsukawa T, Kurz A, Sessler DJ, Bjorksten AR, Merrifield B, Cheng C: Propofol linearly reduces the vasoconstriction and shivering thresholds. *Anesthesiology* 1995; 82: 1169-1180.)



## Perioperatieve hypothermie

Fig. 2. Hypothermia during the first hour of anesthesia results largely from a core-to-peripheral redistribution of body heat. Subsequently, core and mean body temperatures decrease when heat loss exceeds heat production. And finally, a core-temperature plateau results when re-emergence of thermoregulatory vasoconstriction decreases cutaneous heat loss and constrains metabolic heat to the core thermal compartment.

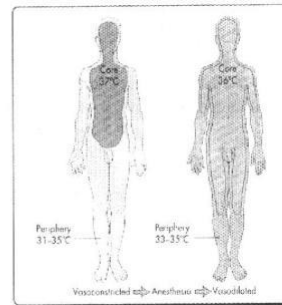


## Perioperatieve hypothermie

- Fase 1: redistributie hypothermie (eerste uur)
  - +/- naakte patiënt, koude omgeving
  - Ontsmetten met koude en snel verdampende vloeistoffen
  - Inductie anesthesie
    - Verminderd metabolisme
    - Perifere vasodilatatie
  - Koude intraveneuze vloeistoffen
  - Afkoeling door beademing met droge gassen
- Fase 2: lineaire daling
- Fase 3: plateau fase

## Hypothermie tgv warmte redistributie

Fig. 3. The initial hypothermia which develops following induction of anesthesia results when vasodilation allows heat in warm core tissues to mix with cooler peripheral tissues. This warms the periphery at the expense of core temperature. Although core temperature decreases precipitously, body heat content (and mean body temperature) remains nearly constant.



## Perioperatieve hypothermie (2)

- Initiële snelle T°daling kan enkel verklaard worden door redistributie van lichaamswarmte met perifere opwarming ten koste van centraal compartiment.
- Redistributie hypothermie is verantwoordelijk voor 80% van de initiële daling en blijft aanhouden. Idem beeld bij epidurale anesthesie

## Perioperatieve hypothermie (3)

- Fase 2 en 3
  - langzame lineaire t°daling gedurende 2-3u door warmteverlies > metabole warmte productie
  - Indien voldoende hypothermie is er actieve thermoregulerende vasoconstrictie met behoud van t° in een steeds kleiner centraal compartiment
  - Toch is er gestaag verlies aan totale lichaamswarmte bij koude omgeving

## Neuraxiale anesthesie

- Neuraxiale anesthesie
  - verhindert vasoconstrictie en shivering in geblokkeerde regio's, maar vermindert ook de mate van shivering elders.
  - Supplementaire sedativa en analgetica + oudere leeftijd verhinderen nl thermoregulerende controle
  - Centrale hypothermie wordt subjectief minder gepercipieerd (meer gevoel warmere huid)
  - Zelden centrale t° monitoring
- Substantiële hypothermie wordt vaak niet gedetecteerd.
- Combinatie AA-LRA nog meer kans op hypothermie door afzwakken perifere vasoconstrictie reflex met >1°C

## Hypothermie – positieve gevolgen

- Hypothermie 2-3°C onder nl geeft significante bescherming tegen hersenischemie en hypoxemie.
  - Verminderde afgave excitatoire aminozuren
  - Minder metabolisme (8% daling /°C)
- Zou nuttig kunnen zijn bij carotisch en neurochirurgie (maar is niet bewezen)
- Vertraagt triggering maligne hyperthermie en vermindert symptomen ervan
- Therapeutische hypothermie bij
  - Out of hospital cardiac arrest
  - Neonatale asphyxie

## Hypothermie – negatieve gevolgen

- Drievoudige toename wondinfecties door
  - Daling immuun functie neutrofielen
  - Daling huidperfusie
- Verlengt daardoor ziekenhuisopname bij patiënten met t electieve colonchirurgie
- Bloedplaatjes disfunctie en verminderde activatie stollingscascade
- 2°C daling centrale t° geeft toename myocardischemie bij j risico op perifere vasc hk en is niet gerelateerd aan postop shivering
- Verminderde metabolisatie meeste medicaties met verdubbeling werkingsduur sommige curares
- Verlengde recovery tijd

## Hypothermie – negatieve gevolgen

- Koude wordt subjectief als (zeer) onaangenaam ervaren
- Shivering tremor bij 40% pt na alg anesth. Perianesth tremor geeft 200% toename O<sub>2</sub> verbruik en verergert postop pijn
- R/ verwarming huid, clonidine (75µg iv), meperidine/pethidine (25mg iv).

## Preventie en behandeling van hypothermie (1)

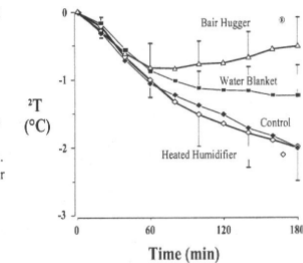
- Initiële afkoeling bij peridurale en AA kan alleen voorkomen worden door 30'-60' pre-warming huid en perifere weefsels
- <10% warmteverlies via respiratie. Verwarming beademingsgassen kan hypothermie bij volwassenen niet voorkomen.
- Meeste warmteverlies via huid (en evt grote open chirurgische wonden)
  - Preventie warmteverlies dmv passieve isolatie: afdekken huid (dmv lakens, papieren chir doek, plastic zak, reflectief materiaal). 1laag geeft ong 30% vermindering warmteverlies, 3lagen verwarmde moltons slechts 50%.
  - Veel belangrijker is de totale huid oppervlakte die bedekt wordt.
  - Actieve verwarming kan afkoeling via huid vermijden en de netto transfer van warmte via huid omkeren.

## Actieve huidverwarming

- Stralingswarmte efficiënter bij baby's gezien hogere ratio huidopp / gewicht
- Warm water circulerende matrassen die op de patiënt worden gelegd zijn veel efficiënter dan onder pt. De operatietafel geeft immers weinig warmteverlies (=isolerend)
  - Max 40°C (! Cave druk-warmte necrose)
  - Lagere temp bij vasc insufficiëntie !
  - Circulerend warm water pakken met betere transfer door groter contactoppervlak
- Forced air convectie verwarming (Bair Hugger®) is meest veilig, gemakkelijk en effectief

## Actieve verwarming

Fig. 4. Tympanic membrane temperature decreased uniformly during the first hour after induction of general anesthesia in each group. Temperature then increased over the remaining two hours in patients receiving forced-air warming (Bair Hugger), but remained nearly constant in those lying on a circulating-water blanket set at 40°C. Patients in the control and heated-humidifier groups continued to become more hypothermic throughout the operation. The uniform initial hypothermia during the first hour of anesthesia results from internal redistribution of heat and illustrates the difficulty in treating this temperature decrease. (From Hynson J, Sessler DI: Intraoperative warming therapies: A comparison of three devices. J Clin Anesth 1992; 4: 194-19.)



- Bair Hugger > Warmwater matras > warme luchtbevochtiger

## Intraveneuze vloeistoffen

- Opwarmen patiënt dmv vloeistoffen is bijna niet mogelijk omwille van maximaal in te stellen t°.
- Afkoelen gaat wel snel:
  - 1 liter cristalloïd (kamert°) = - 0.25°C
  - 1 unit onverwarmd bloed = - 0.25°C
- Bij te verwachten grote fluid shifts is opwarmen vloeistoffen noodzakelijk om hypothermie tegen te gaan.

## Passieve hyperthermie

- Door excessieve verwarming
- Meer frequent bij kleuters en kinderen
- R/ steeds t° controle
- Stoppen actieve opwarming, evt bair hugger met koude lucht ('ambient')
- Overdreven isolatie wegnemen

## Referenties

- Sessler D.I. : What's Hot in Thermoregulation. ASA American Society of Anesthesiologists, 58th annual refresher course lectures Oct 2007.
- Sessler D.I. : Temperature Regulation and Monitoring. Miller's Anesthesiology, 7th edition 2010, Chapter 48.