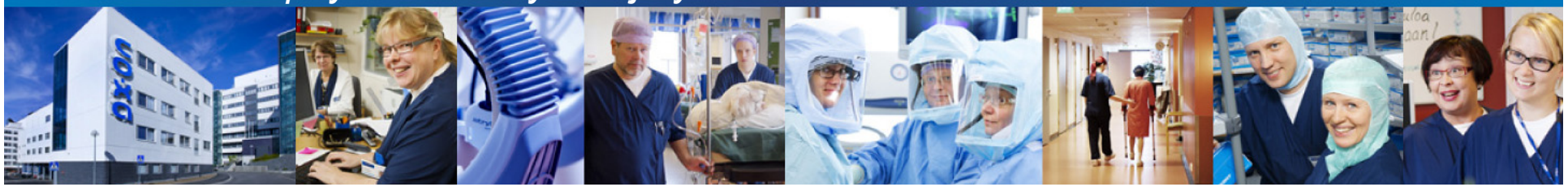
POTILAAN LÄMPÖTALOUS

Sh Hannu Koivula

coxa
Tekonivelsairaala

” Ylpeys omasta työstä ja yhteishenki ovat tekemisen lähtökohtia.”



Potilaan hyvän toipumisen kannalta lämpötaloudesta huolehtiminen on tärkeää koko perioperatiivisen hoidon ajan.

- **Paleleminen tai herääminen vilunväristyksiin leikkauksen jälkeen on epämiellyttävä kokemus.**

Lämpötalous ja hoitotyö

- Sairaanhoitajien tulee tunnistaa potilaan tarpeet ja vastata niihin hoitotyön keinoin
- Potilaan lämpötasapainon ylläpitämiseksi sairaanhoitajat tarvitsevat hyvän tietopohjan ihmisen normaalista lämpöfysiologiasta sekä anestesian ja leikkauksen vaikutuksesta siihen
- Hoitotyön tavoitteena on aina ja kaikissa tilanteissa potilaan hyvä olo

(Tekonivelpotilaan hoito uudistuu)

Lämpötalous ja hoitotyö

Ydinlämmön ylläpidossa on keskeistä tunnistaa lämmönhukkaa aiheuttavat tekijät.
(Hannu Kokki, Finnanest 2013; 46 (2) s. 142

Keskeinen keino tahattoman jäähtymisen estämiseen on oman tietoisuuden lisääminen
(Hannu Kokki, Finnanest 2013)

Lämmönsäätelyn fysiologiaa

Ihminen on jaettavissa lämmönsäätelyn kannalta kahteen osaan:

1. tasalämpöinen ydin (vartalo ja pää)
2. vaihtolämpöinen periferia (raajat)

Aikuisen ydinlämpö on 36,5-37.1 °C

Elimistö käynnistää korjaavat toimiepiteet, jos ydinlämpö muuttuu lyhyen ajan kuluessa enemmän kuin 0,1-0,2°C

Miten ihminen tuottaa lämpöä

- Lämpöä vapautuu solujen kemiallisissa reaktioissa
- Lämmöntuotanto koostuu perusaineenvaihdunnasta, lihastyöstä ja ruoansulatuksesta.
- Lämmöstä muodostuu
  29% maksassa
  19% aivoissa
  18% luustolihaksissa
  10% sydämessä
  7% munuaisissa

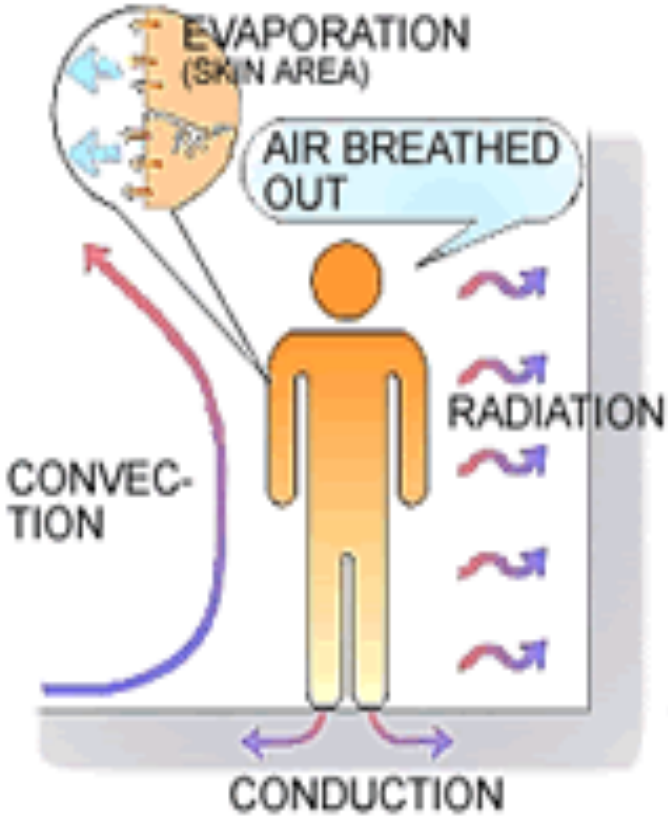
Lämmönsäätelyn fysiologiaa

- Kylmä- ja lämpöreseptoreita iholla, sisäelimissä, selkäytimessä
- Välittävät tietoa lämpötilasta hypotalamuksen lämmönsäätelykeskukseen

Liian kylmä:
Vasokonstriktio
Väristykset/tärinä
Vaatetuksen lisääminen
lämmöntuotto ruskeasta rasvasta

Liian kumma:
Vasodilataatio
Hikoilu
riisuutuminen

LÄMMÖNHUKKA



- Säteilemällä (radiation) 50-70%
- Johtumalla (conduction)
    - 3% rakenteisiin
    - 15% ilmaan
- Haihtumalla (evaporation) 15%
- Kuljetuksen (convection) kautta 15%

Jäähtymisen mekanismit anestesian aikana

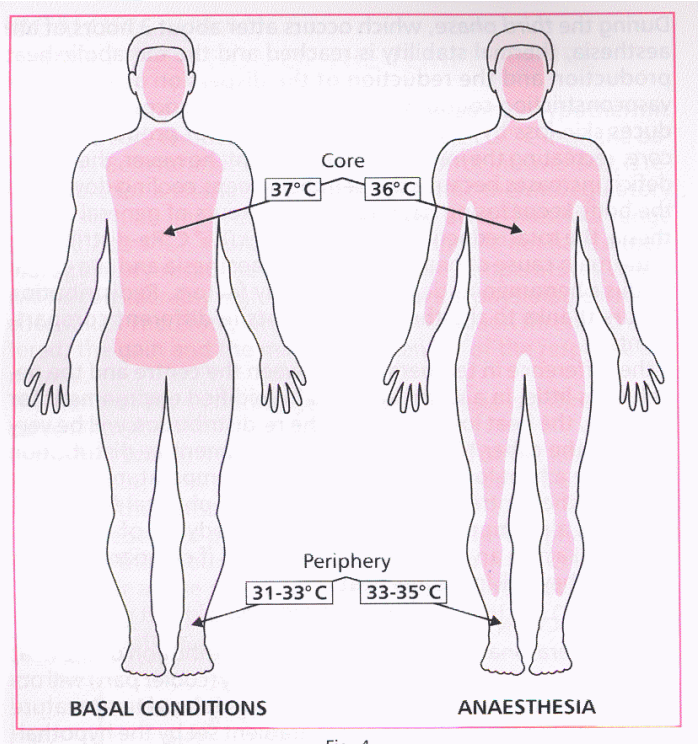
Lämmön uudelleenjakautuminen ytimestä periferiaan

Hikoilu- ja vasodilataatiokynnys nousevat 1°C

Vasokonstriktio- ja tärinäkynnys laskevat 3°C

Altistus kylmälle ympäristölle

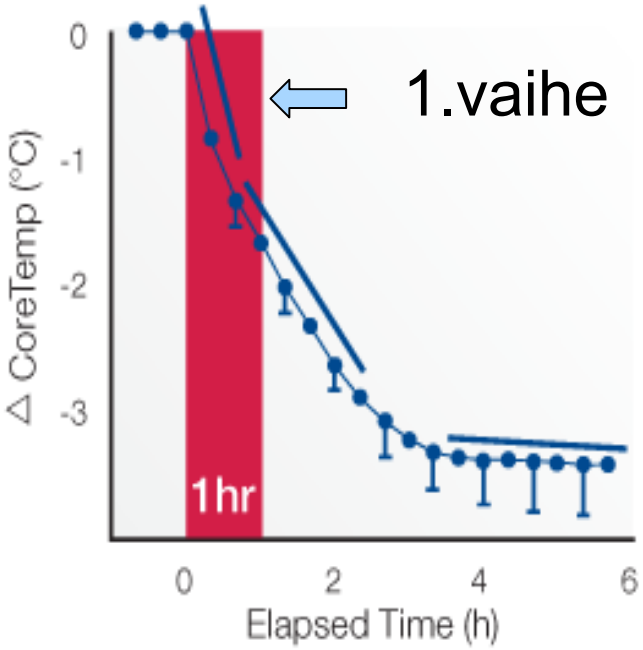
Perusaineenvaihdunnan vähentyminen
Metabolinen lämmöntuotanto nukutettuna 42 kcal / h
(Morrison; Flacke 42.7kcal/h)



Jäähtymisen mekanismit, yleisanestesia

1. vaihe: Lämmön uudelleen jakautuminen

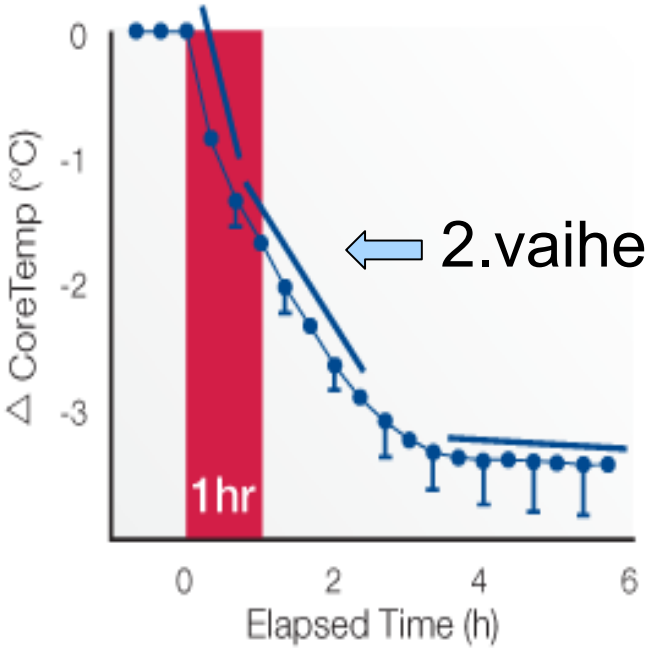
- Yleissanestesia aiheuttaa vasodilataation
- Ydinlämpö laskee ja periferia lämpenee
- 1h induktiosta ydinlämpölaskenut 1.6°C, josta uudelleen jakautumisen osuus 81%



Jäähtymisen mekanismit, yleisanestesia

2. vaihe: suoraviivainen vaihe

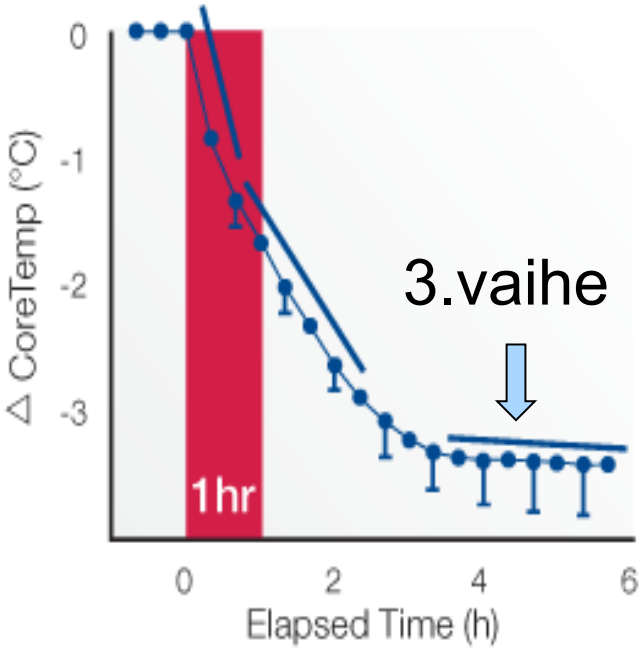
- 1-2h induktiosta
- Lämmönhukka ylittää lämmöntuotannon



Jäähtymisen mekanismit, yleisanestesia

3. vaihe: lämpötasapaino

- Saavutetaan 2-4h kuluessa
- Ydinlämpö pysyy tasaisena
- Lämmöntuotto metabolian avulla vastaa lämmönhukkaa
- Merkittävä hypotermia 34-35°C aiheuttaa vasokonstriktion



Lämmönsäätely spinaali- ja epiduraalianetesiassa

- Lämmönsäätelyn häiriöt jopa suurempia kuin yleisanestesiassa
- Lämmön uudelleenjakautuminen tärkein syy alkuhypotermialle
- 1h induktiosta ydinlämpö laskee 0.8+/-0,3

  Uudellen jakautumisen osuus 89%
- Perifeerinen hermosalpaus on tärkein syy hypotermialle
- Jatkossa ydinlämpö laskee 0.1-0.4°C/h, ei tasannevaihetta
- Hypotermia kehittyy hitaammin koska lämmöntuotto säilyy lähes normaalina
- Tärinän hoito farmakologisesti > lämmöntuotto mahdotonta

LASKENNALLINEN LÄMMÖNHUKKA

-70 kcal/h "Normaali" lämmönhukka tunnissa
-10 kcal/h Säteily (täysin peitelty potilas)
-10 kcal/h Ilmavirta
-12 kcal/h Haihtuminen
-17 kcal/h Johtuminen (1L h.läm. nesteytystä)
-46 kcal/h Lämmön jakautuminen (1 h)
+42 kcal/h Metabolinen lämmöntuotanto (nukutettuna) (Morrison;Flacke 42.7kcal/h)

Nettovaikutus lämpöenergiaan: -123 kcal
(ensimmäinen tunti)

(Lämpökerroin) X massa = kcal/°C

(0.83) X 70kg = 58 kcal/°C
(Gentilello)

(-123 kcal) / (58 kcal/°C) = -2.1°C

Aikuinen

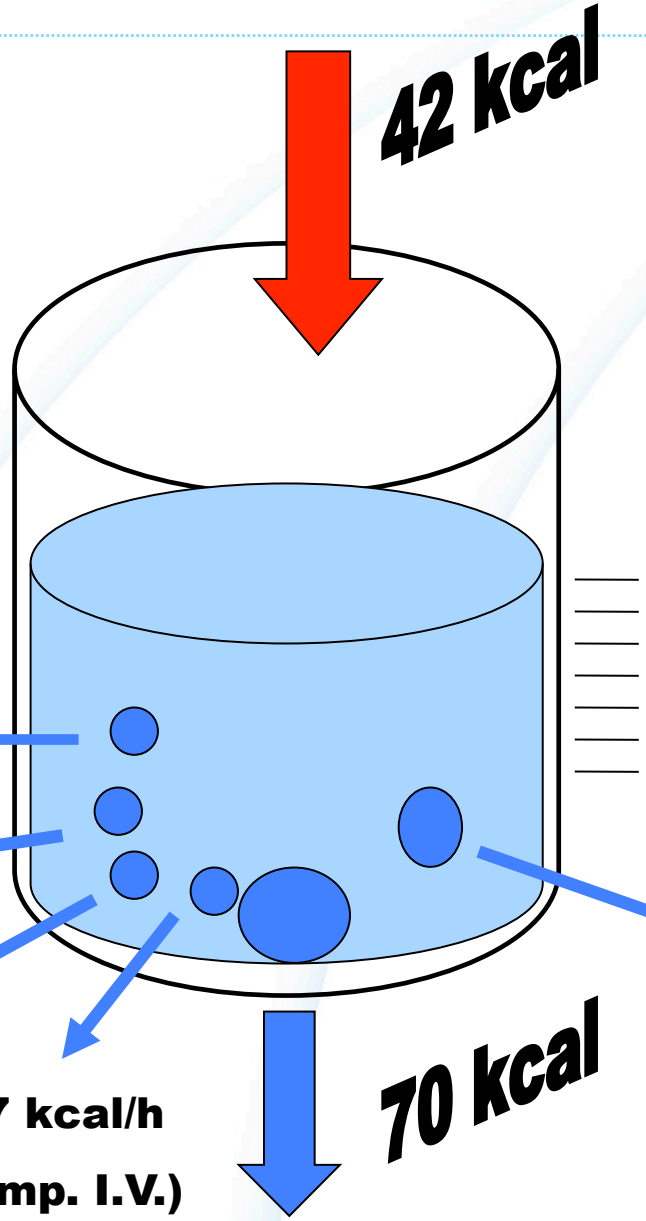
70kg

Nukutettu

Täysin peitelty

20°C huoneenlämpö

Aika: 1 h



37°C

Säteily -10 kcal/h

Haihtuminen -12 kcal/h

Ilmavirta 10 kcal/h

Johtuminen 17 kcal/h

(1L huoneenlämp. I.V.)

Lämmönjakautu-minen 42 kcal/h

Aikuinen

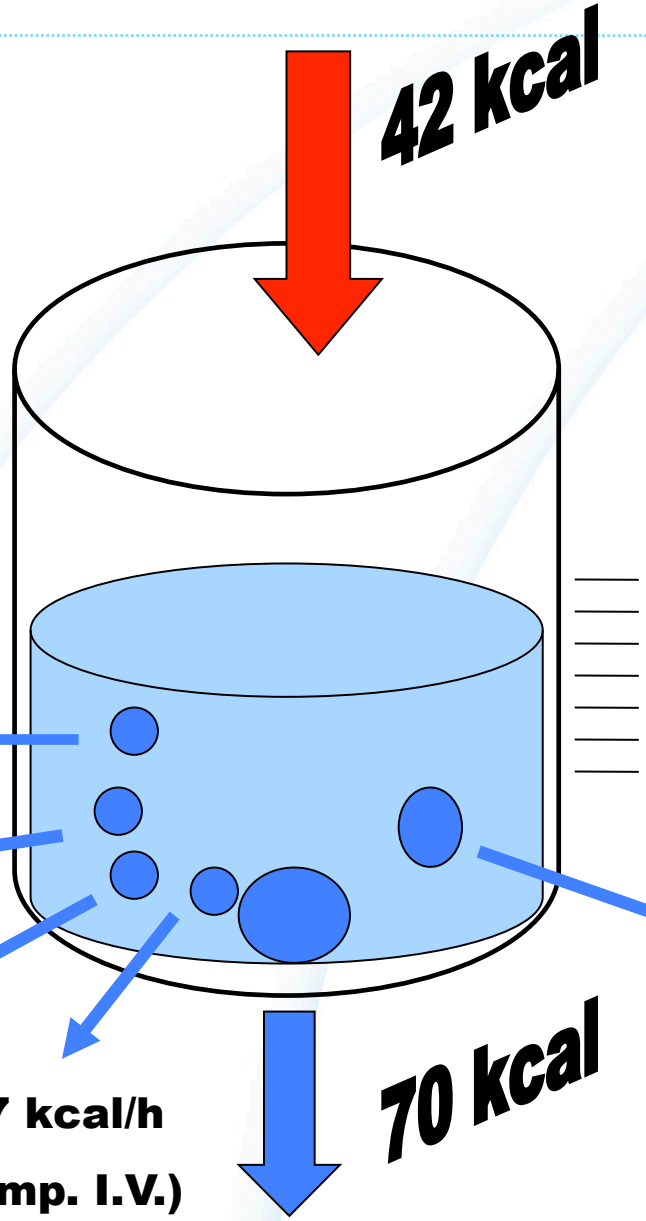
70kg

Nukutettu

Täysin peitelty

20°C huoneenlämpö

Aika: 1 h



37°C

35°C

Säteily -10 kcal/h

Haihtuminen -12 kcal/h

Ilmavirta 10 kcal/h

Johtuminen 17 kcal/h

(1L huoneenlämp. I.V.)

Lämmönjakautu-minen 42 kcal/h

Hypotermian vaikutukset

- Haavainfektiot
- Hyytyminen huononee
- Sydäntapahtumat lisääntyvät
- Lääkevaikutus pitenee
- Postoperatiivinen tärinä
- Sairaalassaoloaika pitenee

- Tuhlaaminen on mitä tahansa toimintaa, mikä ei lisää mitään arvoa prosessiin tai paranna tuotteen laatua. (Pentti Enlund, Tuhlaamisen kulttuuri)

- Onko meillä varaa tuhlata potilaanlämpöä?

Potilaan esilämmitys

- Lämmön varastointia potilaaseen ennen anestesia aloitusta, jotta kehon kokonaislämpö kohoaa
- Lisää ääreisosien lämpötilaa
- Vähentää lämmön uudelleen jakautumista induktion jälkeen
- Esilämmityksen tavoitteena on normotermia

HOITOSUOSITUKSET, esilämmitys

- Aktiivinen lämmitys: menetelmät, jotka tuottavat lämpöä,siirtymällä johtumalla tai säteilemällä
- Aktiivinen lämmitys lämpöpuhaltimella on tehokas normaalilämmön ylläpitämisessä
- Käyttö tulisi aloittaa heti potilaan saapuessa
- Tunnin esilämmitys ennen anestesian alkua

Joanna Briggs Institute, Best Practice, Evidence based information sheets for Health professionals

- Potilaan esilämmitys ennen anestesiaa 30-60min (prewarming)
- Potilaan lämpötila mitataan ennen leikkausta

Anestesiahoitotyön käsikirja 2013

MIKSI?

- Spinaali/epid.puudutus
- 1h induktiosta ydinlämpö laskee 0.8+/-0,3
- Uudellen jakautumisen osuus 89%

Matsukawa T. et al. Heat flow and distribution during induction of general anesthesia, Anesthesiology 1995

- Yleisanestesia
- 1h induktiosta ydinlämpö laskee 1.6°C
- Uudelleen jakautumisen osuus 81%

Matsukawa T. et al. Heat flow and distribution during induction of general anesthesia, Anesthesiology 1995

Mikä kuva jäi sairaalassa olosta?

Photo: Tyler Olson