



Miten lämmitän potilaan? Onko monitoroitava?

20.9.2018

Sirkka-Liisa Lauronen

EL, TAYS

Sisältö

- Lämmönsäätely hereillä
- Tahaton perioperatiivinen hypotermia
- Hypotermian haitat
- Leikkauspotilaan lämmitys ja lämpötilan monitorointi

Lämmönsäätely

- Aikuisen normaali ydinlämpö on 36.5-37.1°C
- Raajojen lämpö on 31-35°C
 - Tasalämpöinen ydin (vartalo ja pää)
 - Vaihtolämpöinen periferia (raajat)

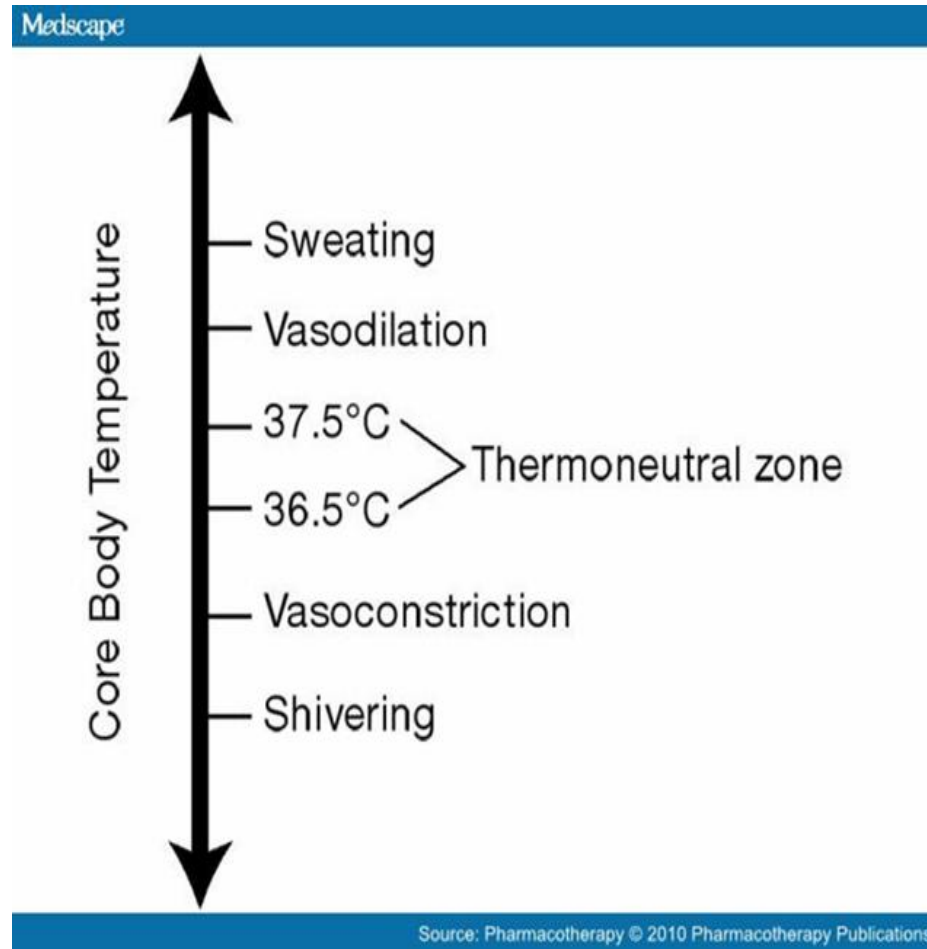
Lämmönsäätely

- Hypotalamuksessa sijaitsee lämmönsäätelykeskus
 - Lämpöikkuna on vain 0.2°C
- Termoreseptoreita on iholla, aivoissa, selkäytimessä ja sisäelimissä

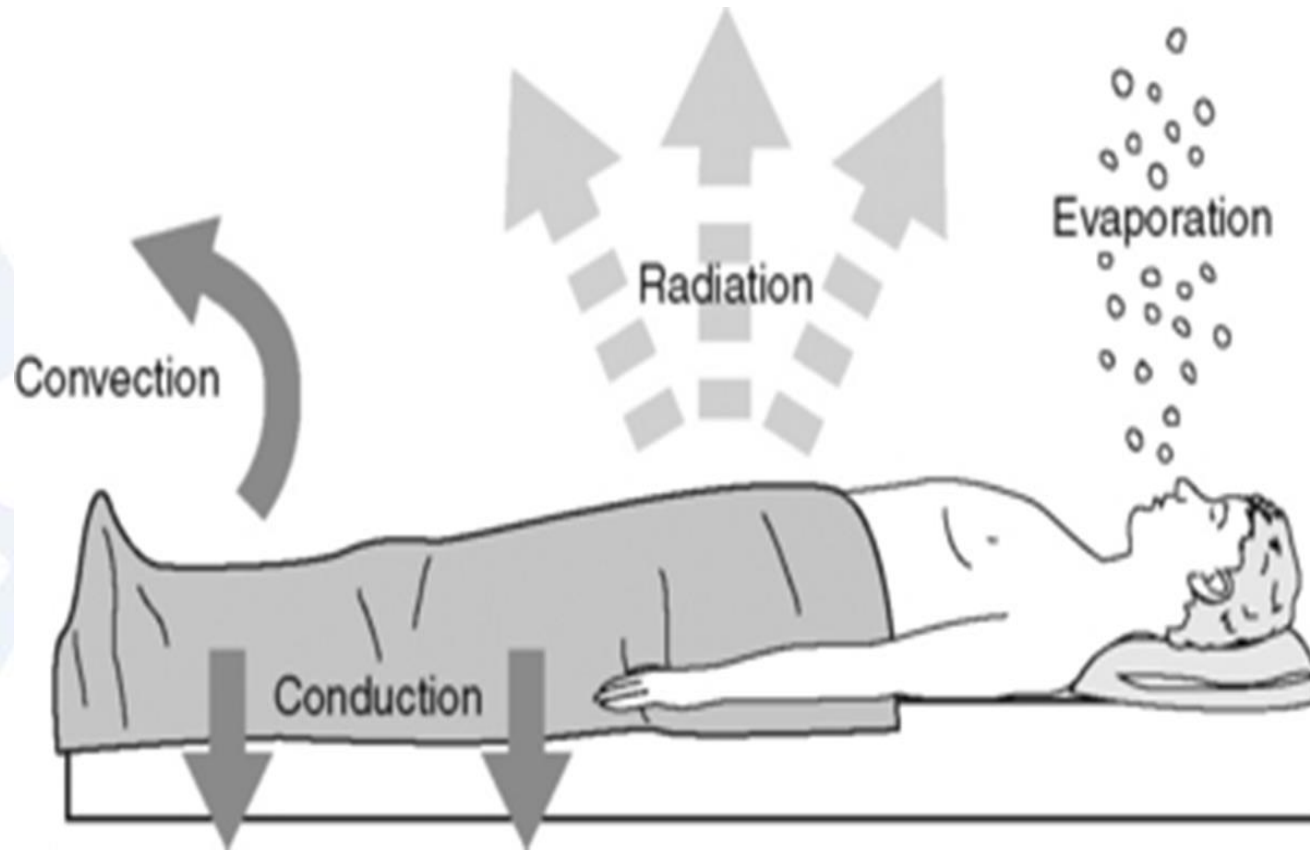
Lämmönsäätely

- Elimistön vasteet
 - kylmälle: vasokonstriktio, NST (non shivering thermogenesis), tärinä
 - kuumalle: vasodilataatio, hikoilu
- Lämpötilan kontrollointi käyttäytymällä

Lämmönsäätely



Lämmönhukka



Sessler DI. Perioperative Heat Balance. Anesthesiology 2000; 92:583

Lämmönhukka

- Säteily (radiation) 40%
- Virtaus (convection) 30%
- Haihtuminen (evaporation) 25%
 - Jatkuvasti iholta 15% ja keuhkoista 10%, 450-600ml/vrk
 - Hikoilu, max 0.5l/h
- Johtuminen (conduction) 5%

Tahaton perioperatiivinen hypotermia

- eli IPH (inadvertent perioperative hypothermia)
- Ydinlämpö $< 36.0^{\circ}\text{C}$
- läkkäät ja hoikat potilaat (BMI < 25) jäähtyvät herkemmin
- Jopa 50-70 %:lla potilaista on IPH

Tahaton perioperatiivinen hypotermia

- Syyt
 - Kylmä leikkaussali
 - Viileät iv-nesteet
 - Anesteettien aiheuttama lämmönsäätelyn häiriö
 - Lämmön uudelleen jakautuminen
 - Kylmät, kuivat anestesiakaasut

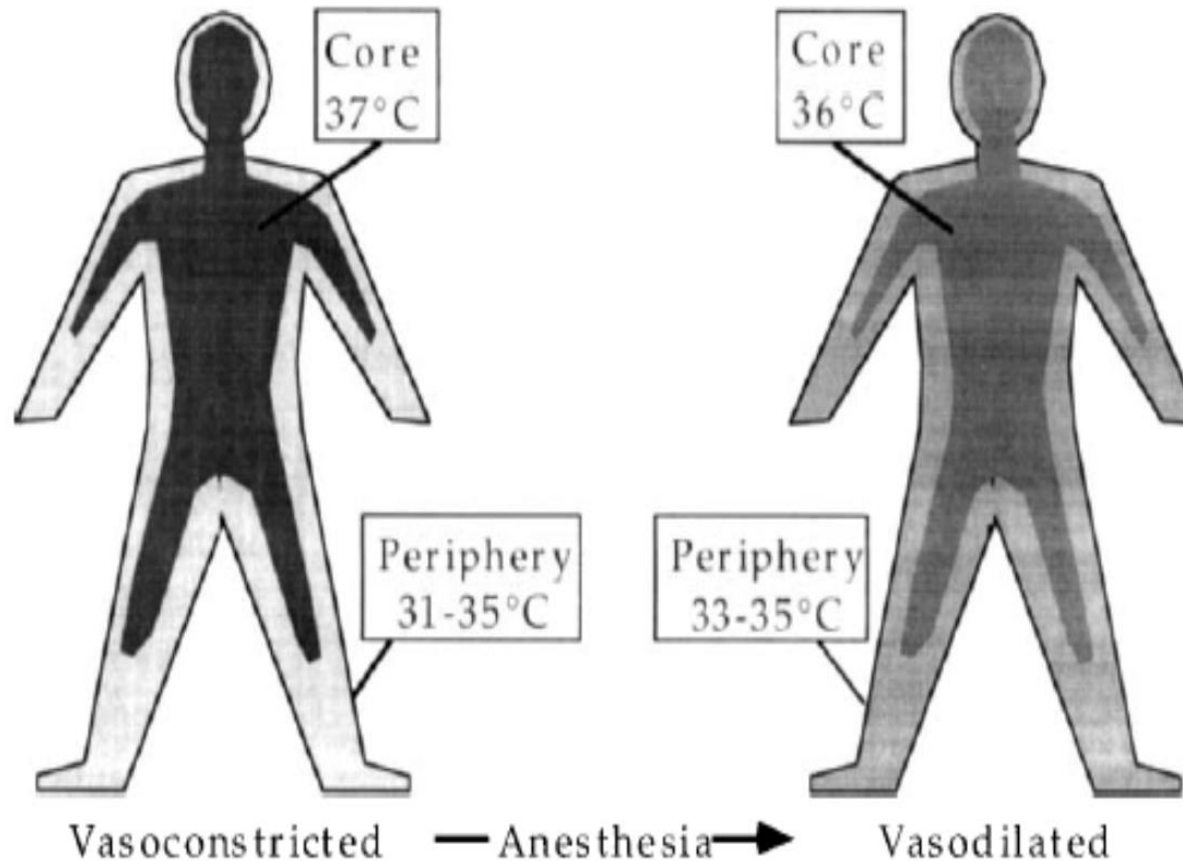
Tahaton perioperatiivinen hypotermia

- Anesteetit huonontavat lämmönsäätelyvastetta hypotalamuksessa
 - Hikoilu- ja vasodilataatiokynnys nousevat n. 1°C
 - Vasokonstriktio- ja tärinäkynnys laskevat n. 3°C
- Lämpöikkuna laajenee 20-kertaisesti
 $0.2^{\circ}\text{C} > 4.0^{\circ}\text{C}$

Tahaton perioperatiivinen hypotermia

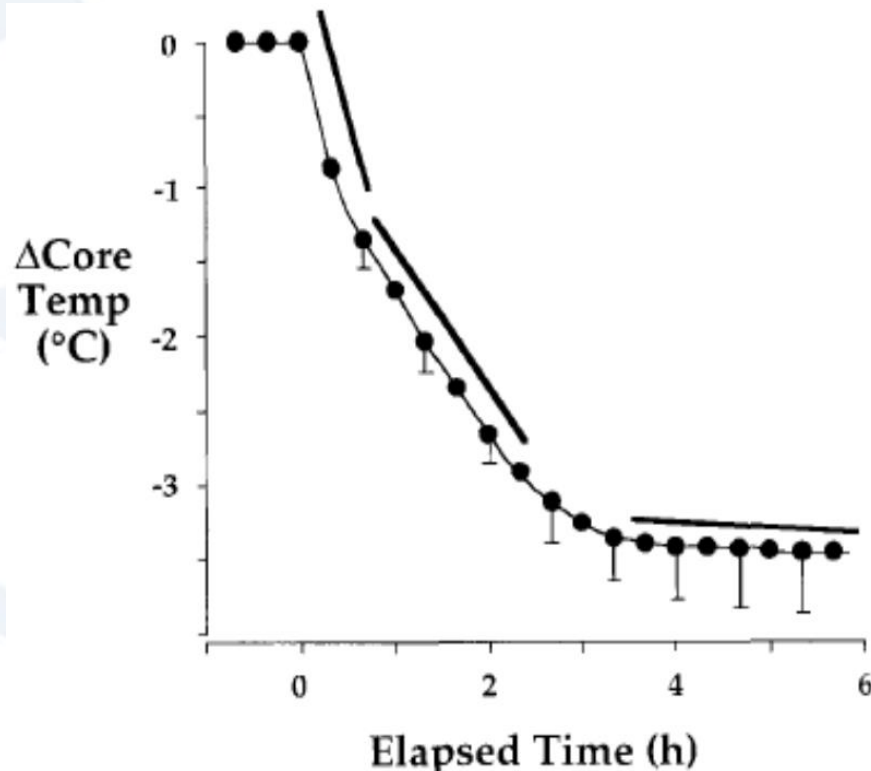
- Anestesiainduktion jälkeen tapahtuu lämmön uudelleen jakautuminen
 - Arterio-venoosit shuntit aukeavat
 - Periferinen vasodilataatio
- Ydinlämpö laskee ja periferia lämpenee

Tahaton perioperatiivinen hypotermia



Sessler DI. Temperature monitoring. Anesthesia, 4th edition. Edited by Miller RD. New York, Churchill Livingstone, 1994, pp 1363-82

Tahaton perioperatiivinen hypotermia



1. vaihe: Lämmön uudelleen jakautuminen

2. vaihe: Suoraviivainen vaihe

3. vaihe: Lämpötasapaino

Tahaton perioperatiivinen hypotermia

- 1. vaihe, 1h induktiosta
 - Vasodilataatio ja AV-shuntit avautuvat
 - Ydinlämmön lasku jopa 1.6°C
- 2. vaihe, 1-2h induktiosta
 - Lämmönhukka ylittää lämmöntuotannon
- 3. vaihe, 2-4h induktiosta
 - Lämmöntuotto metabolian avulla vastaa lämmönhukkaa

Hypotermian seuraukset ja kustannukset

- Haavainfektiot
- Hyytymishäiriöt
- Sydäntapahtumat lisääntyvät
- Lääkevaikutus pitenee
- Postoperatiivinen tärinä
- Sairaalassaoloaika pitenee

Leikkauspotilaan lämmitys

- Ydinlämmön tavoite $> 36.5^{\circ}\text{C}$ läpi koko perioperatiivisen ajan
- Salin lämpötila aikuispotilailla 21°C

Leikkauspotilaan lämmitys

- **Passiiviset keinot**
 - Vähentävät lämmönhukkaa ihon kautta
 - Esim. peitot, steriilit liinat
- **Aktiiviset lämmitysmenetelmät**
 - Siirtävät lämpöä potilaaseen
 - Esim. puhallin, lämpöpatja

Leikkauspotilaan lämmitys

- Tehokkain lämmitysmenetelmä on lämpöpuhallinpeitto
 - Laaja pinta-ala
 - Säädetty lämpötila
 - Teho vaihtelee
 - Suuri peittovalikoima

Leikkauspotilaan lämmitys

- Lämpöpatja
- Itselämpiyvä aktiivipeite (EasyWarm®)
- Iv-nesteiden lämmitys

Leikkauspotilaan lämmitys

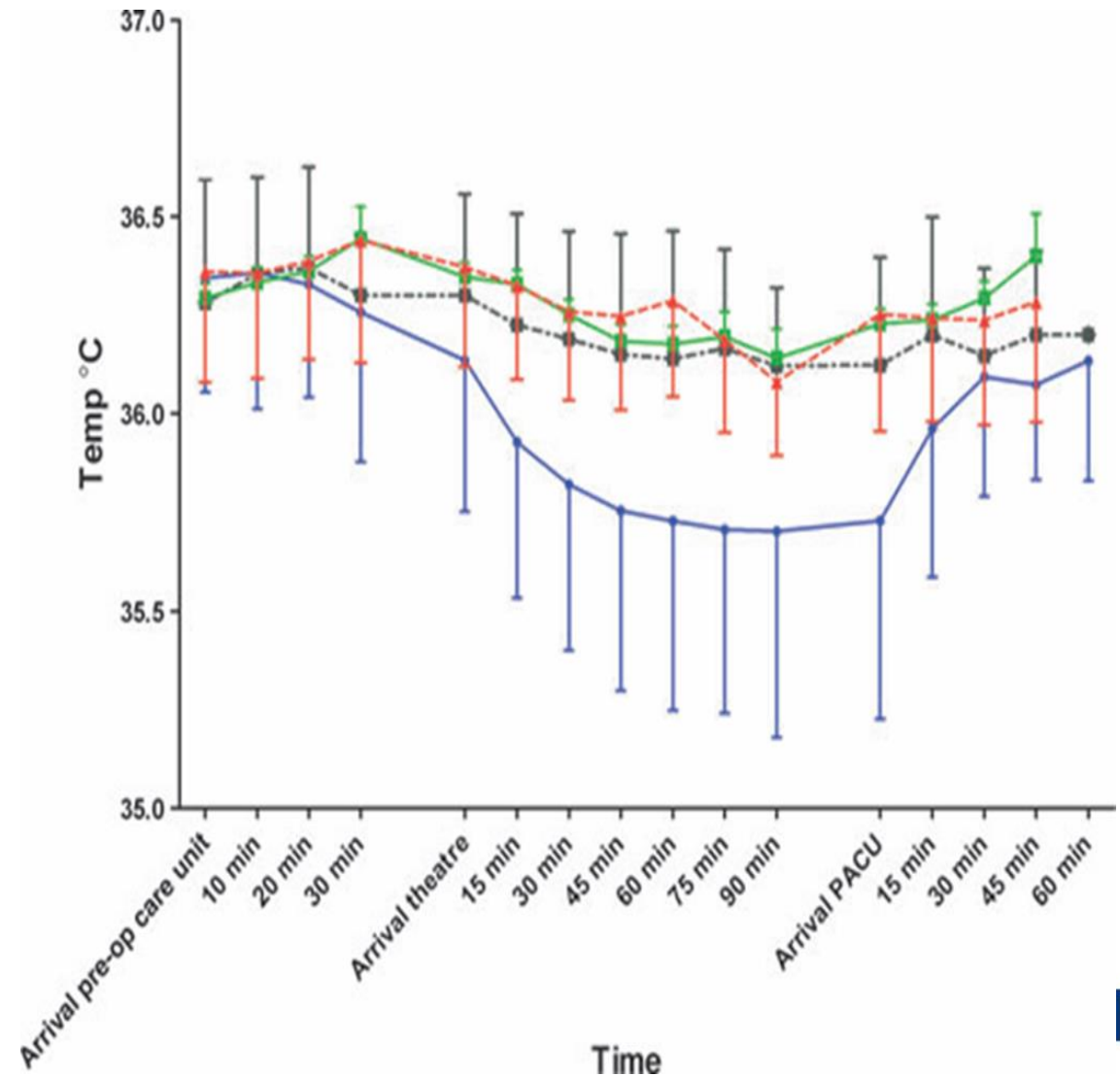
- Tehokkain tapa estää alkuhypotermiaa on esilämmitys (prewarming)
 - lämmön varastointia potilaaseen ennen anestesian induktiota
 - Lisää ääreisosien lämpötilaa
 - Ydinlämpö ei muutu
- Induktion jälkeinen lämmön uudelleen jakautuminen vähenee

Leikkauspotilaan lämmitys

- Esilämmitys vähentää IPH:n esiintyvyyttä
- Esilämmitetyt potilaat
 - Jäähtyvät puolet hitaammin kuin potilaat, joita ei esilämmitetä
 - Ydinlämpö laskee vähemmän
 - Säilyvät normotermisina jopa 3h kirurgian ajan

Horn et al. The effect of short time periods of pre-operative warming in the prevention of peri-operative hypothermia. *Anaesthesia* 2012;67:612–617

- 200 potilasta
- YA 30-90min
- Tärykalvolämpö
- Ei esilämmitystä (sininen)
- Esilämmitys
 - 10min (harmaa)
 - 20min (vihreä)
 - 30min (punainen)



Horn et al. The effect of short time periods of pre-operative warming in the prevention of peri-operative hypothermia. Anaesthesia 2012;67:612–617

	Intraop. Akt. lämmitys	Hypotermisena heräämään	Tärinä heräämössä
Ei esilämmitystä	67%	69%	18%
10min esilämmitys	31%	13%	6%
20min esilämmitys	2%	7%	7%
30min esilämmitys	6%	6%	2%

Lämpötilan monitorointi

- Ydinlämmön mittausspaikat
 - Keuhkovaltimokatetri (kultainen standardi)
 - Ruokatorvi
 - SpotOn –mittari
 - Nenänielu
- Virtsarakko
- Tärykalvo
- Peräsuoli

Leikkauspotilaan lämmitys – näin minä sen teen

- Lämpöpatja max 39°C
- Esilämmitys salissa lämpöpuhallinpeitolla 43°C
- Nesteiden lämmitys
- Lämpöpuhallinpeitto taas päälle peittelyiden jälkeen
- Lämpöpiuha nenänieluun tai ruokatorveen



Kiitos!

sirkka-liisa.lauronen@pshp.fi

Viitteet

- Andrzejowski J et al. A randomised single blinded study of the administration of pre-warmed fluid vs active fluid warming on the incidence of peri-operative hypothermia in short surgical procedures. *Anaesthesia* 2010;65:942–945
- Dhar P. Managing perioperative hypothermia. *J Anesth* 2000;14:91-97
- Eshraghi Y et al. An Evaluation of a Zero-Heat-Flux Cutaneous Thermometer in Cardiac Surgical Patients. *Anesth Analg* 2014;119:543-549
- Fernandes L et al. Comparison of peri-operative core temperature in obese and non-obese patients. *Anaesthesia* 2012;67:1364–1369

- Frank S et al. Core hypothermia and skin-surface temperature gradients: epidural versus general anesthesia and the effects of age. *Anesthesiology* 1994;80:502-508
- Frank S et al. Perioperative Maintenance of Normothermia Reduces the Incidence of Morbid Cardiac Events: A Randomized Clinical Trial. *JAMA* 1997;277:1127-1134
- Heier T et al. Mild intraoperative hypothermia increases duration of action and spontaneous recovery of vecuronium blockade during nitrous oxide-isoflurane anesthesia in humans. *Anesthesiology* 1991;74:815-819
- Hynson J et al. Intraoperative warming therapies: a comparison of three devices. *J Clin Anesth* 1992;4:194-199

- Just B et al. Oxygen uptake during recovery following naloxone. *Anesthesiology* 1992;76:60-64
- Kurz A et al. Perioperative Normothermia to Reduce the Incidence of Surgical-Wound Infection and Shorten Hospitalization. *NEJM* 1996;334:1209-1215
- Lenhardt R et al. Mild Intraoperative Hypothermia Prolongs Postanesthetic Recovery. *Anesthesiology* 1997;87:1318-1323
- Leslie K et al. Mild hypothermia alters propofol pharmacokinetics and increases the duration of action of atracurium. *Anesth Analg* 1995;80:1007-1014
- Matsukawa T et al. Heat flow and distribution during induction of general anesthesia. *Anesthesiology* 1995;82:662-673

- Rajagopalan S et al. The Effects of Mild Perioperative Hypothermia on Blood Loss and Transfusion Requirement. *Anesthesiology* 2008;108:71-77
- Sessler D. Perioperative Heat Balance. *Anesthesiology* 2000;92:578-596
- Sessler D et al. Optimal Duration and Temperature of Prewarming. *Anesthesiology* 1995;82:674-681
- Smith C et al. Warming Intravenous Fluids Reduces Perioperative Hypothermia in Women Undergoing Ambulatory Gynecological Surgery. *Anesth Analg* 1998;87:37-41