

Perioperatiivinen lämpötalous

Anestesian alussa ydinlämpö laskee kun se tasoittuu viileän perifeerisen kudoksen kanssa. Myöhemmät muutokset riippuvat anestesian aikaisista toimista.



Hannu Kokki

Professori, Itä-Suomen yliopisto
hannu.kokki@jukuh.fi

Ydinlämpö on elimistön tarkimmin säädeltyjä muuttujia. Ydinlämmössä on vähäistä, 0,5–1 °C, yksilön sisäistä vaihtelua. Ydinlämpö on korkeimmillaan iltapäivällä ja se on matalin aamuyöllä. Yksilöiden välillä ydinlämpö voi vaihdella pari astetta, alle 36 °C arvoja pidetään alilämpönä ja 38 °C ylittäviä arvoja kuumeena. Naisilla ydinlämpö on miehiä hieman korkeampi ja vaihtelu suurempaa. Naisilla ydinlämpö vaihtelee kuukautiskierron mukaan. Kierron alussa, munarakkulavaiheessa ydinlämpö laskee pompatukseen ovulaation yhteydessä 0,5–1 °C. Tämän jälkeen, keltarauhasvaiheessa lämpö pysyy alkukiertoa korkeampana kuukautisiin asti. Myös leikki-ikäisillä lapsilla ydinlämmön vaihtelu on suurempaa kuin aikuisilla miehillä.

Ydinlämmön osalta ihminen on tasalämpöinen, elimistö pyrkii säilyttämään ydinlämmön tarkkaan yksilöllisellä vaihteluvälillä. Elimistö käynnistää korjaavat toimet, jos ydinlämpö muuttuu lyhyen ajan kuluessa enemmän kuin 0,1–0,2 °C. Ydinlämmön noustessa ensin käynnistyy hikoilu, jota seuraa verisuonten laajeneminen. Ydinlämmön laskiessa ensin tapahtuu verisuonten supistuminen lämmönhukan estämiseksi, ja sitten käynnistyy lisälämmön tuotanto lihasvärinällä ja metaboliaa kiihdyttämällä. Ydinlämmön suhteen olemme tasalämpöisiä, mutta perifeeriset osat kehosta käyttäytyvät vaihtolämpöisesti. Kylmässä ympäristössä varsinkin ihon lämpö tasoittuu kohti ympäristön lämpöä.

Lähes maksimaalista hapenottoa vaativissa pitkäkestoisissa fyysisissä suorituksissa ydinlämpö voi kohota yli 40 °C, ja samalla hikoilusta seurauksena perifeeristen osien lämpö laskee useilla asteilla. Tämän kompensoimiseksi kilpaurheilussa perifeeristen kudosten lämpöä pyritään ylläpitämään ihon verenkiertoa parantavilla linimenteillä. Sitten kun maratonin jälkeen viluttaa, viileät urheilujuomat ovat synnynmukaista hoitoa; ydinlämpö laskee, ja hypovolemian ja kuivumisen korjautuessa vilutus väistyy.

>>

Anestesian vaikutus lämpötalouteen

Anestesian alussa, ensimmäisten ½–1 tunnin ajan ydinlämpö laskee, kun kehon eri osien lämpötila tasoittuu. Kehon ydinlämpö on tavanomaisesti 36–37 °C ja perifeeriset osat kehoa ovat 2–4 °C viileämmät, iho tätäkin kylmempi. Lämpötilojen tasoittuessa ydinlämpö laskee 0,5–1,5 °C. Tätä ydinlämmön laskua on vaikea estää millään tarkoituksenmukaisilla toimilla; kehon lämpökapasiteetti ei muutu, lämpöenergia vain jakautuu lähtötilannetta tasaisemmin.

Ydinlämmön muutokset ensimmäisen puolen tunnin jälkeen riippuvat anestesian ja leikkauksen aikaisista toimista. Anestesian seurauksena kehon lämmönsäätelykyky heikkenee, vasteet sekä lämmön nousulle mutta ennen kaikkea lämmön laskulle heikkenevät (1). Anestesian aikana henkilö ei tietenkään itse pysty hakeutumaan olosuhteisiin, joka ylläpitäisi optimaalista lämpötaloutta. Hereillä ollessa ihminen pystyy vaikuttamaan ydinlämmön säilyttämiseen vaatetuksen ja asennon muutoksilla, hakeutumalla ns. termoneutraaliin asentoon. Toimenpiteiden aikana potilaat ovat yleensä asennoissa, joissa lämmönhukka on suurinta, ja hyvin kevyesti, jos olleenkaan peitettyjä, joten olosuhteet ydinlämmön jatkuvalla laskulle ovat ilmeiset.

Anestesia itsessään on tärkein lämpötaloutta horjuttava tekijä. Anestesian aikana kyky säädellä ydinlämpöä heikkenee; kun hereillä 0,2 °C ydinlämmön muutos käynnistää korjaavat toimet, anesteettien seurauksena toleranssi levenee jopa 4 °C. Keskeisin menetettävä kyky on autonomisen hermoston välittämä perifeeristen verisuonten supistumisen ja laajenemisen hallinta. Kun verisuonet laajenevat, lämmönhukka kasvaa. Anesteeteilla on myös omia, suoria vaikutuksia sympaattiseen aktiivisuuteen. Kun elimistön valtimo-laskimosuntit ovat auki, niiden kautta virtaa kymmenesosa sydämen minuuttitilavuudesta, verenpaine laskee ja lämmön hukka ihon kautta moninkertaistuu. Vastaavasti anestesian häipyessä, suuntien supistuessa keskiverenpaine valtimoissa nousee jopa 15 mmHg, tämä muutos pitää huomioida riskipotilaita hoidettaessa (2). Anesteetit vaikuttavat myös hypotalamuksen lämmönsäätelykeskukseen.

Anestesian aikana elimistö ei pysty lisäämään lämmön tuottoa myöskään lihastyön tai aineenvaihdunnan muutoksilla. Lihasselaksantit estävät lihaskivertämisen ja noradrenaliini ei pysty

laukaisemaan lukuisten mitokondrioiden ruskeaksi värjäämän rasvan energiantuottoa. Koska karvankohottajalihakset ovat lamattuja, ihokarvat eivät pysty estämään lämpimän ilman karkaamista ihon pinnalta.

Lämmönsäätely kyky menetetään yleisanestesia ja laajojen puudutusten aikana. Eri anesteettien välillä on vain vähäisiä eroja anestesian aikaisessa lämmön säätelyssä. Yleistäen voidaan todeta, että anesteetit vaikuttavat melko vähän hikoilukykyyn, mutta ne laskevat annosvasteisesti verisuonten supistus- ja lihaskivertämisen laukaisukynnystä ja niiden tehoa (3). Laajojen puudutusten aikana elimistön vasteet lämpötilan vaihtelulle heikkenevät ja yksilön kyky aistia lämpötilan muutosta huononee. Tämä voi johtaa hoitavan henkilökunnan virheelliseen turvallisuudentunteeseen, kun hyvin hereillä oleva potilas kuvaa olonsa normaaliksi vaikka ydinlämpö voi olla merkittävästi tavanomaista alempi. Tuoreessa barcenolaisten tutkimuksessa polven tekonivelleikkauksessa olleet potilaat eivät valittaneet kylmää, vaikka osalla ydinlämpö oli 34 °C (4).

Anestesian jatkuttua 3–5 tuntia, lämmön tuotto ja menetys alkavat savuttaa tasapainon ja valtimo-laskimo -suuntien kyky säädellä verenkiertoa alkaa palautua. Anestesian jatkuttua tunteja merkittävät muutokset ydinlämmössä ovat harvinaisia (5).

Miksi potilaan lämmöstä pitää huolehtia?

Vaikka joissakin toimenpiteissä, kuten neuro- ja sydänkirurgisissa, ydinlämmön ja varsinkin paikallisten kudosten lämpötilan laskulla voi olla ennustetta parantavia vaikutuksia, yleisesti ottaen merkittävä ydinlämmön lasku huonontaa potilaiden ennustetta. Paitsi että anestesiasta toipuva potilas kokee ja muistaa lämmön laskun ja lihaskivertämisen epämiellyttävänä, se aiheuttaa lukuisia haitallisia fysiologisia muutoksia. Jo vähäinen ydinlämmön lasku kaksin- tai kolminkertaistaa riskipotilaiden sydäntapahtumien määrän (6), kolminkertaistaa haavataulehdusten määrän (7,8), kaksinkertaistaa verenvuodon ja lisää verensiirtojen tarvetta (9), ja pidentää leikkauksesta toipumisen hidastuessa sairaalahoitoaika (10).

Jäähtymään päässeen potilaan verisuonten supistuminen nostaa verenpainetta ja jälkikuormaa, ja potilailla ilmenee enemmän hemodynaamisesti merkityksellisiä rytmihäiriöitä. Toipumisvaiheen lihaskivertämisen, sympaattisen järjestelmän aktivoituminen ja metaboliin kiihtyminen lisäävät

Ydinlämmön suhteen olemme tasalämpöisiä, mutta perifeeriset osat kehosta käyttäytyvät vaihtolämpöisesti.

hapenkulutusta. Jäähtyneillä potilailla katekolaamiinipitoisuudet voivat moninkertaistua, sepelvaltimoiden virtausvastus kasvaa ja sydänlihaksen verenvirtaus vähenee, jolloin riskipotilaalle voi kehittyä sydänlihaskemia (11). Hapenpuutteen riskiä lisää hemoglobiinin hapensitomiskyvyn lisääntyminen ja dissosiaatio-käyrän siirtyminen vasemmalle. Kylmä veri sitoo happea tiukemmin ja luovuttaa sitä huonommin kuin normaali, kehonlämpöinen veri.

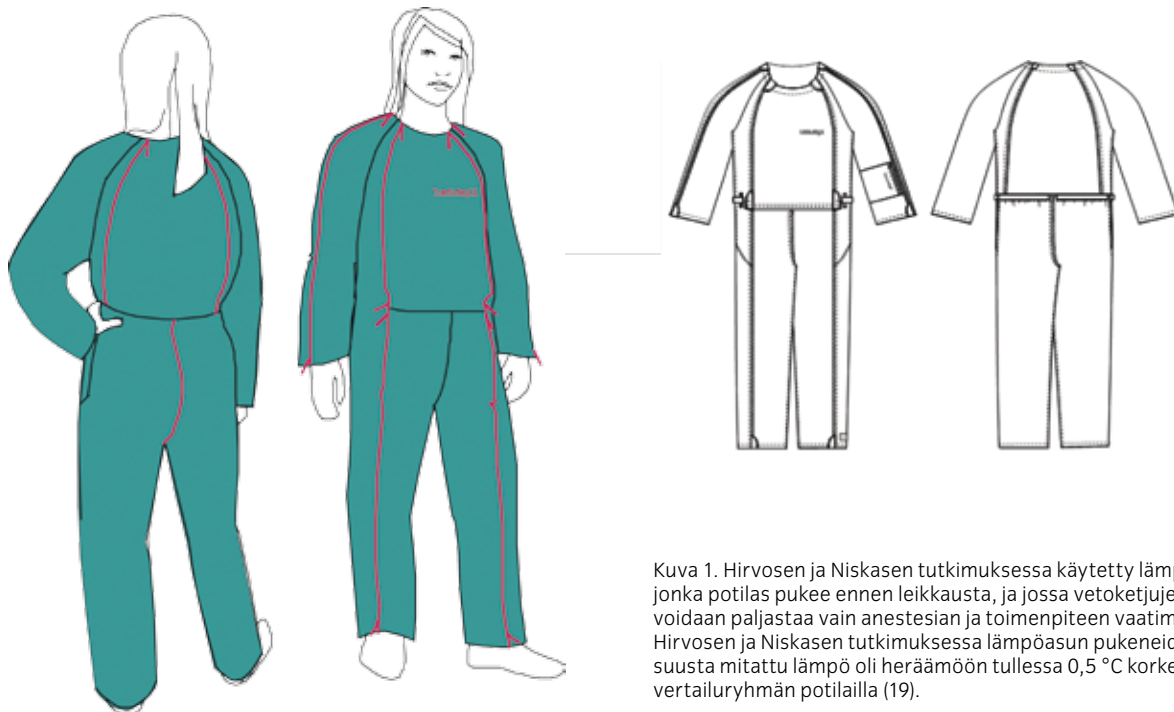
Jäähtymisen seurauksena veren viskositeetti kasvaa, verihituleiden toiminta heikkenee, fibrinolyysi kiihtyy ja hyytymistä kuvaavat arvot pitenevät (9, 12). Tämä on tärkeää huomioida kaikessa sellaisessa kirurgiassa, jossa potilaalla on paljon verenvuodolle altista ”raakapintaa” tai jossa verenvuodon seuraukset voivat olla erityisen vahingollisia.

Jäähtymisen seurauksena potilailla ilmenee enemmän haava-, keuhko- ja virtsatulehduksia. Tulehdusten määrän arvioidaan lisääntyvän paitsi jäähtymistä seuraavaan verisuonten supistumisen seurauksena, ennen kaikkea immuunifunktion heikentymisen seurauksena. Jäähtyminen vaikuttaa useisiin keskeisiin kehon puolustusreaktioihin, jolloin puolustussolujen toiminta heikkenee, ja komplementti- ja sytokiinivasteet vähenevät. Kun kehon lämpö laskee 4 °C, valkosolujen tuottamien reaktiivisten välittäjäaineiden tuotanto pienenee neljäsosaan (13).

Kehon viilenemisen seurauksena lääkkeiden metabolia ja erityisesti hidastuvat. Maksan ja haiman entsyymien toiminnan heikentyessä lääkeainemetabolia hidastuu ja munuaistoiminnan muuttuessa lääkkeiden ja aineenvaihduntatuotteiden erityisesti muuttuu. Kun potilaan lämpötila laskee 3 °C: (i) tasaisen infuusion aikana mitattu propofolin pitoisuus veressä on 30 % korkeampi, (ii) 15 % vähäisempi anestesiakaasun pitoisuus riittää takaamaan riittävän anestesiaisyvyyden ja (iii) lihasrelaksanttien vaikutus pitenee, selvintä tämä on Hoffmanin eliminaatiosta riippuvia relaksanteja käytettäessä (14). Viileneminen vaikuttaa lääkkeiden farmakokinetiikkaan ja -dynamiikkaan. Tämä koskee niin toimenpiteen aikana käytettyjä lääkkeitä kuin potilaan omaa lääkitystä. Vaikutukset voivat olla yllättäviä, ja ne ovat osin huonosti tutkittuja.

Miten välttää tahaton jäähtyminen?

Jäähtymisen haitalliset vaikutukset potilaan elintoiminnoille on tunnettu yli 60 vuoden ajan. Isot, ennusteen huononemista kuvaavat tutkimukset julkaistiin viime vuosituonnilla ja tahattoman jäähtymisen yleisyys tiedetään hyvin. Tästä huolimatta potilaan lämpötilaloudesta huolehtiminen ei ole saanut vaatimaansa huomiota. Niissä terveydenhuoltojärjestelmissä, joissa hoidon laatu on keskeinen annettua hoito kuvaava suure, >>



Kuva 1. Hirvosen ja Niskasen tutkimuksessa käytetty lämpöasu, jonka potilas pukee ennen leikkausta, ja jossa vetoketjujen avulla voidaan paljastaa vain anestesian ja toimenpiteen vaatimat ihoalueet. Hirvosen ja Niskasen tutkimuksessa lämpöasun pukeneiden potilaiden suusta mitattu lämpö oli heräämään tullessa 0,5 °C korkeampi kuin vertailuryhmän potilailla (19).

leikkauksen aikainen potilaan lämpö on yksi keskeisistä mittareista. Hoidon laatua arvioidaan niiden potilaiden osuudella joilla on (i) käytetty toimenpiteen aikana kehon lämpöä ylläpitäviä menetelmiä ja/tai (ii) joiden ydinlämpö 15 minuuttia ennen toimenpiteen loppua on 36 °C (15). Yli 36 °C ydinlämpöön ei kannata pyrkiä, ja aina jäähtymisen esto ei onnistu. Mutta kaikissa tilanteissa potilaan lämpötiloudesta pitää huolehtia.

Keskeinen keino tahattoman jäähtymisen estämiseen on oman tietoisuuden lisääminen. Potilaan ydinlämpöä kannattaa monitoroida aina kun toimenpide kestää yli ½ tuntia ja yli tunnin kestävässä toimenpiteessä se on välttämätöntä. Ydinlämpöä pitää valvoa, tehdään toimenpide sitten yleisanestesiassa tai laajassa puudutuksessa. Ilman objektiivista lämmön mittausta St. Louisin anestesiologeista 40 % ei osannut esittää arvioita onko heidän hoitamansa potilas jäähtynyt tai normaalilämpöinen. Heistä, jotka esittivät arvion, anestesia lääkäri pystyi tunnistamaan jäähtymisen 85 % tapauksessa, mutta yli 70 % tapauksista normoterminen potilas arvioitiin jäähtyneeksi (16). Kliininen silmä pettää ja monitorointi on välttämätöntä.

Yleisimmin suositellut ydinlämmön mittauspaiikat ovat keuhkoalvalo, ruokatorven alaosa, tärykalvo ja nenänielu. Näistä mittauskohdista suoritettu valvonta kuvastaa yleensä hyvin nopeita ydinlämpötilan muutoksia (nenänielu ei sovi tilanteisiin, joissa potilas hengittää nenän kautta). Vaihtoehtoisina mittauspaikkoina voi käyttää lämmön mittausta suusta, kainalosta ja virtsarakosta. Näihin mittauspaikkoihin liittyy kuitenkin virhelähteitä, jotka pitää tuntea. Kainalosta lämpö pitää mitata kainalovaltimon päältä, niin että yläraaja on vartalon suuntaisesti. Rakosta mitatun lämmön luotettavuus on riippuvainen virtsanerityksestä. Lämpöä voi monitoroida myös peräsuolesta, joskin tämän mittauspaikan käyttö on vähentynyt (3).

Elohopeamittareista on luovuttu, nykyisin lämmön mittaukseen käytetään elektronisia mittareita. Infrapunalämpömittarit ovat halpoja, helppoja käyttää, ja mittaustulokset tarkkoja ja toistettavia. Ongelma kliinisessä työssä on kuitenkin vaikeus suunnata säde tärykalvoon. Korvakäytävä on suhteellisen pitkä ja mutkainen, joten yleensä mittaus ilmoittaa korvakäytävän seinämän lämpötilan, ei ydinlämpöä kuvaavaa tärykalvon lämpöä (17).

Erityispotilasryhmät

Yli 1 kg:n painoiset keskoset pystyvät jossain määrin vähentämään lämmönhukkaa ja lisäämään lämmöntuotantoa, mutta toimenpiteiden aikana pienet lapset ja imeväiset ovat alttiita jäähtymiselle. Alttiutta lisää epäedullinen kehon pinta-ala/paino -suhde, lämpöä menettävää pintaa on suhteellisen paljon. Kun parin kilon painoisen epiduraalipuudutuksessa leikattavan vastasyntyneen tyräpotilaan hengitys muuttuu haukkovaksi, ensimmäisenä pitää arvioida jäähtymisen mahdollisuus. Ydinlämmön laskiessa hengityskeskusten vasteet happipitoisuuden pienenemiselle ja hiilidioksidipitoisuuden suurenemiselle heikkenevät.

Jos henkilöllä ei ole merkittäviä perussairauksia, elimistö pystyy reagoimaan tarkoituksenmukaisesti ydinlämmön muutoksiin aina 80 vuoden ikään asti. Tätä iäkkäämmät, ja nuoremmista potilaista runsaasti perussairauksia omaavat ja liihat ovat muita alttiimpia toimenpiteiden aikaiselle jäähtymiselle. Iäkkäilläkin kannattaa varoa tarpeettoman tehokasta lämmitystä, sillä liian aktiivinen lämmitys saattaa heikentää aivo-toimintoja välittömässä leikkauksen jälkeisessä toipumisvaiheessa (4).

Harvoja ylipainoon liittyviä myönteisiä ilmiöitä on normaalipainoisia vähäisempi alttius leikkauksen aikaiselle jäähtymiselle (18). Leikkauksen tulevan ei kuitenkaan kannata lihottaa itseään, tässäkin tilanteessa lihavuuteen liittyvät riskit ovat suuremmat kuin siitä koitua hyöty.

Miten ylläpitää optimaalinen ydinlämpö?

Ydinlämmön ylläpidossa on keskeistä tunnistaa lämmönhukkaa aiheuttavat tekijät. Potilaan vaateetusta kannattaa vähentää vain niin vähän kuin mitä toimenpide edellyttää. Tässä on oiva apu suomalaisten kehittämä leikkauksissa käytettävä lämpöasu. (Kuva 1) Lämpöasun pukuneelta potilaalta voidaan paljastaa vain ne kehonosat, jotka anestesian anto ja toimenpiteen suorittaminen edellyttävät, muuten potilaan keho voi olla asun suojassa koko perioperatiivisen vaiheen (19).

Kun nestehoidon tarve on yli ½ litraa, ja aina verensiirtojen yhteydessä nesteet pitää antaa lämmitettyinä 37 °C:seen. Nykyisin on saatavissa lukuisia erilaisia laitteita jotka mahdollistavat nopeissakin nesteensierrossa nesteiden esilämmityksen. Myös leikkausalueelle käytettävät huuhtelunesteet pitää lämmittää samaan lämpötilaan. Hengitysjärjestelmissä käytettävät kosteuslämmönvaihtaja ovat nykyisin rutiineja, jäähtyneillä

Potilaan ydinlämpöä kannattaa monitoroida aina kun toimenpide kestää yli ½ tuntia ja yli tunnin kestävässä toimenpiteessä se on välttämätöntä.

potilailla myös hengityskaasut kannattaa lämmittää.

Vaikka erilaisia lämmitysjärjestelmiä käytetään paljon, niitä on tutkittu varsin niukasti tasokkaissa tutkimusasetelmissä. Eniten tutkittuja ovat erilaiset lämmintä ilmaa puhaltavat laitteistot. Niiden ja lämpöpatjojen avulla potilaan ydinlämpö saadaan yleensä säilymään kohtuullisen hyvin (20). Laitteistoon kannattaa säätää toimenpiteen alussa maksimaalinen lämpötila, ja säätää lämpötilaa sitten mitatun ydinlämmön mukaan. Tärkeää on lopettaa/vähentää lämmitystä jos/kun lämpötila saavuttaa 36 °C. Paitsi jäähtyminen myös lämmön nousu on potilaille haitallista.

Miten suomalaisia hoitokäytäntöjä voidaan parantaa?

Potilaan välittömään toimenpidettä edeltävään arvioon pitäisi sisällyttää ydinlämmön mittausta. Elektiivisiä toimenpiteitä ei pidä aloittaa potilaille, jonka ydinlämpö on alle 36 °C.

Potilaiden pukeutumiseen pitää kiinnittää huomiota koko perioperatiivisen hoidon ajan. Osa riskipotilaista ehtii jäähtyä tai on jäähtynyt jo ennen toimenpiteeseen tuloa, ja monet potilaat riisutetaan tarpeettoman paljon huomioiden anestesian annon ja suunnitellun toimenpiteen vaatimukset. Lämpöasujen tutkimuksen, kehitystyön ja käytön soisi laajenevan.

Leikkauksen aikana ydinlämpöä pitää monitoroida joko jatkuvasti tai ½ h välein toistetuina mittauksina kaikissa niissä toimenpiteissä, joiden kesto ylittää tämän ajan. Ydinlämmön laskua ensimmäisen ½ h aikana ei voi välttää, mutta jos lämpö laskee vielä tämän jälkeen, potilaan lämmitystä pitää tehostaa. Lämpöpatjat ja lämpöpuhaltimet on osoitettu tehokkaiksi keinoiksi ylläpitää potilaan ydinlämpöä, joten niiden käyttöä pitää suosia.

Kun leikkaussalin tarkistuslistoja muokataan tarkoituksenmukaisemmiksi, niihin pitää lisätä yhdeksi arvioitavaksi muuttujaksi perioperatiivinen ydinlämpö. Saliin tullessa arvioidaan onko potilas jäähtynyt ja ennen toimenpiteen aloitusta ja leikkauksen lopussa ydinlämpö tarkistetaan.

Yli 500 ml nesteensirroissa nesteet tulee antaa lämmitettyinä, joten toimenpide yksiköt pitää varustaa riittävällä määrällä nesteensirtoja.

Potilaan ydinlämmön (i) monitorointi, (ii) ydinlämpö 36 °C ennen leikkauksen loppua ja (iii) lämmitysmenetelmien käyttö toimenpiteen aikana yli ½h kestävässä toimenpiteessä pitää ottaa yhdeksi muuttujaksi, jolla arvioidaan annetun hoidon

laatua ja verrataan eri hoitolaitoksissa annettua hoitoa. ■

Viitteet

1. Talke P, Tayefeh F, Sessler DI, ym. Dexmedetomidine does not alter the sweating threshold, but comparably and linearly decreases the vasoconstriction and shivering thresholds. *Anesthesiology* 1997; 87: 835–41.
2. Greif R, Lacity S, Rajek A, ym. Blood pressure response to thermoregulatory vasoconstriction during isoflurane and desflurane anesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 2003; 47: 847–52.
3. Sessler DI. Temperature monitoring and perioperative thermoregulation. *Anesthesiology* 2008; 109: 318–38.
4. Salazar F, Doñate M, Boget T, ym. Intraoperative warming and post-operative cognitive dysfunction after total knee replacement. *Acta Anaesthesiol Scand* 2011; 55: 216–22.
5. Sessler DI. Mild perioperative hypothermia. *NEJM* 1997; 336: 1730–7.
6. Frank SM, Fleisher LA, Breslow MJ, ym. Perioperative maintenance of normothermia reduces the incidence of morbid cardiac events: A randomized clinical trial. *JAMA* 1997; 277: 1127–34.
7. Kurz A, Sessler DI, Lenhardt RA. Study of wound infections and temperature group: Perioperative normothermia to reduce the incidence of surgical-wound infection and shorten hospitalization. *NEJM* 1996; 334: 1209–15.
8. Wong PF, Kumar S, Bohra A, ym. Randomized clinical trial of perioperative systemic warming in major elective abdominal surgery. *Br J Surg* 2007; 94: 421–6.
9. Rajagopalan S, Mascha E, Na J, Sessler DI. The effects of mild perioperative hypothermia on blood loss and transfusion requirement. *Anesthesiology* 2008; 108: 71–7.
10. Lenhardt R, Marker E, Goll V, ym. Mild intraoperative hypothermia prolongs postanesthetic recovery. *Anesthesiology* 1997; 87: 1318–23.
11. Frank SM, Higgins MS, Breslow MJ, ym. The catecholamine, cortisol, and hemodynamic responses to mild perioperative hypothermia. A randomized clinical trial. *Anesthesiology* 1995; 82: 83–93.
12. Michelson AD, MacGregor H, Barnard MR, ym. Reversible inhibition of human platelet activation by hypothermia in vivo and in vitro. *Thromb Haemost* 1994; 71: 633–40.
13. Kumar S, Wong PF, Melling AC, Leaper DJ. Effects of perioperative hypothermia and warming in surgical practice. *Int Wound J* 2005; 2: 193–204.
14. Leslie K., Sessler DI, Bjorksten AR, Moayeri A. Mild hypothermia alters propofol pharmacokinetics and increases the duration of action of atracurium. *Anesth Analg* 1995; 80: 1007–14.
15. Hannenberg AA, Sessler DI. Improving perioperative temperature management. *Anesth Analg* 2008; 107: 1454–7.
16. Arkilic CF, Akça O, Taguchi A, ym. Temperature monitoring and management during neuraxial anesthesia: An observational study. *Anesth Analg* 2000; 91: 662–6.
17. Imamura M, Matsukawa T, Ozaki M, ym. The accuracy and precision of four infrared aural canal thermometers during cardiac surgery. *Acta Anaesthesiol Scand* 1998; 42: 1222–6.
18. Fernandes LA, Braz LG, Koga FA, ym. Comparison of peri-operative core temperature in obese and non-obese patients. *Anaesthesia* 2012; 67: 1364–9.
19. Hirvonen EA, Niskanen M. Thermal suits as an alternative way to keep patients warm perioperatively: a randomised trial. *Eur J Anaesthesiol* 2011; 28: 376–81.
20. Moola S, Lockwood C. Effectiveness of strategies for the management and/or prevention of hypothermia within the adult perioperative environment. *Int J Evid Based Healthc* 2011; 9: 337–45.