



Sirkka-Liisa Lauronen

LL, erikoislääkäri
PSHP, Tays, EKA, Anestesiayksikkö
sirkka-liisa.lauronen@fimnet.fi

Leikkauspotilaan lämmönhallinta

Leikkauksen aikainen jäähtyminen lisää komplikaatioita ja kuolleisuutta. Ydinlämmön seuranta ja ylläpito ovat keskeinen osa potilaan perioperatiivista hoitoa. Miksi anestesoitu potilas jäähtyy? Kannattaako potilaita esilämmittää?

Leikkauksen aikainen tahaton jäähtyminen lisää komplikaatioita ja kuolleisuutta (1). Yhä jopa puolet kirurgisista potilaista jäähtyy (2), vaikka tehokkaita lämmitysmenetelmiä on ollut jo vuosikymmeniä käytettävissä. Ydinlämmön monitorointi ja ylläpito kuuluvat ehdottomasti hyvään perioperatiiviseen hoitoon. Aiheesta oli katsaus tässä lehdessä vuonna 2013 (3). Kertaan lämmönsäätelyn fysiologiaa, jäähtymisen haittavaikutuksia, lämmitysmenetelmiä ja lämmön mittaamista.

Anestesian ja johtopuudutusten vaikutukset potilaan lämmönsäätelyyn ja lämpötilaan

Ihmisen normaali ydinlämpö on 36,1–37,2 °C, ja se vaihtelee syklisesti vuorokauden aikana sekä naisilla kuukautiskierron mukaan. Ydinlämpö on tiukasti kontrolloitu ja elimistö pyrkii pitämään sen 0,2–0,4 °C sisällä. Yleisesti hypotermian raja on 35 °C, mutta leikkauspotilaiden kohdalla rajaksi on sovittu 36 °C (4). Hypotermialle altistavat ilmastoitu leikkaussali, lämmittämättömät suonensisäiset nesteet sekä kylmät ja kuivat anestesiakaasut. Lisäksi potilaan paljastaminen kirurgiaa varten ja leikkausalueen pesu lisäävät lämmönhukkaa. Pääasiallinen lämmönmenetys, 60 %, tapahtuu säteilyn (radiaatio) kautta ja loppu suureksi osaksi kuljettumisen (konvektio) kautta.

Hengityksen kautta lämpöä haihtuu (evaporatio) vain noin 10 %. Ihon kautta haihtuminen on vähäistä, mutta leikkausalueelta lämmön haihtuminen saattaa olla huomattavaa. Lämmön suora johtuminen (konduktio) on anestesian aikana vähäistä.

Anestesia lamauttaa käyttäytymislämmönsäätelyn ja heikentää autonomisen hermoston lämmönsäätelyä. Anesteetit, sekä inhaloitavat että suonensisäiset, ja opioidit huonontavat annosriippuvaisesti lämmönsäätelyvasteita hypotalamuksessa. Anestesian seurauksena hypotalamuksen 0,2–0,4 °C asteen lämpöikkuna laajenee jopa 20-kertaisesti. Lämpöikkunan yläraja, jolloin hikoilu ja vasodilataatio aktivoituvat, nousee noin 1 °C. Lämpöikkunan alaraja, jolloin vasokonstriktio ja tärinä aktivoituvat, laskee noin 3 °C. Potilas on siis ”vaihtolämpöinen” 4 °C sisällä, ja elimistön korjausmekanismit ydinlämmön palauttamiseksi käynnistyvät vasta ydinlämmön noustessa tai laskiessa näiden rajojen ulkopuolelle. (5)

Yleisanestesiainduktion jälkeen tapahtuu lämmön uudelleen jakautuminen eli redistributio ytimen ja periferian välillä. Tätä on havainnollistettu yksinkertaisella lämmönsäätelyn niin sanotulla ”kaksitilamallilla”, jossa ytimen muodostavat pää ja vartalo, ja periferialla tarkoitetaan raajoja. Raajojen lämpötila on yleensä noin 31–35 °C ja niiden iholämpö vielä tätäkin matalampi. Lämpötilaeroa ytimen ja raajojen

välillä ylläpidetään valtimo-laskimosunttien (AV-suntti) avulla. Yleisanestesia aiheuttaa sekä AV-sunttien avautumisen että ääreisverenkierron vasodilataation, minkä seurauksena lämpö siirtyytimeistä kohti raajoja. Elimistön lämpösisältö pysyy kuitenkin aluksi muuttumattomana. Lämmön uudelleenjakautumisesta johtuvaa ydinlämmön laskua kutsutaan alkuhypotermiaksi, joka on tärkein syy leikkauksen alun jäähtymiselle. 1–2 tunnin päästä induktiosta seuraa suoraviivainen vaihe, jolloin lämmönhukka ylittää lämmön tuotannon. Yleisanestesia hidastaa perusaineenvaihduntaa 15–40 %, jolloin myös lämmön tuotto on vähäisempää. Lisäksi lämmönhukka ihon kautta jatkuu. Lämpötasapaino saavutetaan yleensä 2–4 tunnin kuluessa anestesian alusta. Silloin ydinlämpö pysyy tasaisena ja lämmöntuotto metabolian avulla vastaa lämmönhukkaa. Hypotalamuksen termostaatti on asetunut alemmalle tasolle 34–35 °C, ja mikäli ydinlämpö laskee sen alle, korjausmekanismit aktivoituvat. (6)

Myös sentraalisen puudutuksen yhteydessä tärkein syy alkuhypotermialle on lämmön uudelleenjakautuminen. Se johtuu alaraajojen hermosalpauksesta ja vasodilataatiosta. Elimistön perusaineenvaihdunta pysyy muuttumattomana, ja yläraajojen vasokonstriktiokyky säilyy. Hypotermia kehittyä näin ollen hitaammin kuin yleisanestesiassa, koska lämmöntuotto säilyy lähes normaalina. Hermosalpaus kestää kuitenkin koko anestesian ajan, mikä altistaa progressiiviselle hypotermialle. Puudutukset vaikuttavat myös lämmönsäätelyvasteisiin hypotalamuksessa. Vasokonstrikti- ja tärinäkynnys laskevat 0,5 °C ja hikoilukynnys nousee 0,3 °C, jolloin lämpötilan säätelyväli kasvaa nelinkertaiseksi (7). Lisäksi puudutetun potilaan lämmön kontrollointi häiriintyy, ja potilaat kokevat olonsa lämpimäksi huolimatta ydinlämmön laskusta.

Potilaan ikä, anestesian aloituksen aikainen ydinlämpö ja ruumiinrakenne vaikuttavat jäähtymisen riskiin. Iäkkäillä lämmönsäätelykyky on heikentynyt altistaen hypotermialle (8). Lisäksi potilaat, joiden painoindeksi on alle 25, jäähtyvät herkemmin (9). Ylipainoisilla potilailla on enemmän rasvakudosta, joka toimii eristeenä, ja raajojen lämpötila on yleensä korkeampi. Näin ollen lämpötilaero ytimen ja raajojen välillä on pienempi vähentäen lämmön uudelleenjakautumisesta aiheutuvaa ydinlämmön laskua.

Jäähtymisen haittavaikutukset

Hypotermia pidentää lääkevaikutusta, lisää hyytymishäiriöitä, sydäntapahtumia ja haavainfektioita sekä pitkittää hoitoaika (10–14). Entsyymien toiminta riippuu lämpötilasta, ja tutkimusten mukaan jäähtyneellä potilaalla lihasrelaksanttien vaikutus pitenee, inhaloitavien anesteettien liukoisuus lisääntyy ja propofolin plasmapitoisuus kasvaa. Verihiutaleiden toiminta huononee, trombiinin muodostuminen vähenee ja luonnollisten antikoagulanttien vapautuminen lisääntyy altistaen vuotokomplikaatioille. Postoperatiivisesti plasman noradrenaliinipitoisuus nousee, mikä nostaa verenpainetta ja herkistää rytmihäiriöille. Hypotermian aiheuttama vasokonstriktio erityisesti postoperatiivisesti vähentää ihon happipitoisuutta, jolloin immuunitoiminta heikkenee ja infektiokerkyys nousee. Lisäksi hypotermia aiheuttaa tärinää, mikä lisää hapen kulutusta, aiheuttaa haavakipua venytymisestä johtuen ja ennen kaikkea on potilaalle epämiellyttävää.

Leikkauspotilaan lämmönmittaus

Potilaan ydinlämpö on mitattava ennen anestesian induktiota ja aina, mikäli toimenpide kestää yli 30 minuuttia. Jatkuva lämpötilan mittaus on suositeltavaa, koska tällöin lämpötilan muutokset havaitaan nopeammin. Tahattoman jäähtymisen ohella myös hypertermian tunnistaminen on olennaista. Lääkkeet, lääkeaineinteraktiot (serotoniini-, neuroleptioireyhtymä), huumeet, infektiot (sepsis) tai liiallinen lämmitys saattavat aiheuttaa hypertermiaa. Maligni hypertermia on meillä harvinainen, mutta potilaalle fataali, mikäli tunnistaminen viivästyy (15).

Keuhkovaltimokatetrin kautta mitattua ydinlämpöä pidetään kultaisena standardina, mutta se tulee harvoin kyseeseen. Luotettavia ydinlämmön mittaustaikkoja ovat myös ruokatorvi, nenänielu ja tärykalvo. Virtsarakosta mitattu lämpö heijastaa ydinlämpöä, mutta se riippuu virtsan erittymisestä, on altis häiriöille (laparotomia) ja muuttuu hitaasti. Infrapunatekniikalla toimivat tärykalvomittarit ovat tutkimuksen mukaan epäluotettavia, sillä infrapunasäde osuu useimmiten korvakäytävän seinämään eikä tärykalvoon eikä näin ollen mittaa ydinlämpöä (16). Toistomittaukset kuitenkin parantavat tulosten luotettavuutta. Kainalossa lämpöanturi on asetettava kainalovaltimon päälle ja käden on oltava vartalon vieressä, jotta mittaus heijastaisi mahdollisimman

Anestesia-
sa potilaasta
tulee ”vaihto-
lämpöinen”.

>>

Kuva 1. Nuketun potilaan ydinlämpöä on helppo ja luotettava seurata ruokatorveen asetetun mittarin kautta. Kuva Sirkka-Liisa Lauronen, 2020.

Kuva 2. 3M™ Bair Hugger™ ydinlämpötilan seurantajärjestelmä sopii erityisesti hereillä olevan potilaan ydinlämmön seurantaan. Sensori asetetaan otsalle kulmakarvojen yläpuolelle. Kuva Sirkka-Liisa Lauronen, 2020.



hyvin ydinlämpöä. Yleisanestesian aikana jatkuva ydinlämmön mittaaminen on harvoin ongelma, sillä edellä mainitut luotettavat menetelmät ovat laajasti saatavilla ja niitä on helppo käyttää, vaikka ne ovatkin kajoavia.

Puudutetun potilaan ydinlämmön mittaaminen on ollut haasteellista viime vuosiin saakka tarkan noninvasiivisen mittarin puuttuessa. Nykyisin Suomessa on kliinisessä käytössä kaksi noninvasiivista ydinlämpötilan seurantajärjestelmää: 3M™ Bair Hugger™ ja Dräger Tcore™. Molemmissa on kertakäyttöinen sensori, joka asetetaan otsalle ja yhdistetään seurantayksikköön. 3M™-järjestelmä perustuu zero heat flux (ZHF) -teknologiaan, jossa sensorin eriste ja lämmityselementti auttavat luomaan niin sanotun isothermisen tunnelin, jolloin ydinlämpö voidaan mitata otsan ihon pinnalta. ZHF-teknologia on todettu riittävän luotettavaksi menetelmäksi ydinlämmön mittaamiseen (17). Tcore™-menetelmässä ei ole lämmitintä, vaan ydinlämmön määrittämiseen sovelletaan laskukaavaa. Kliinisen tutkimuksen mukaan laite olisi riittävän tarkka, ja sitä on ehdotettu ydinlämmön mittaamiseen potilaille, joille invasiivinen mittaus ei sovellu (18).

Lämmitysmenetelmät

Ydinlämmön tavoite on yli 36 °C koko perioperatiivisen hoidon ajan. Osa potilaista on hypotermisiä jo ennen anestesiainduktiota. Potilaan ydinlämpö tulee mitata hyvissä ajoin ennen leikkauksaliiniin saapumista ja tarvittaessa potilasta on lämmitettävä etukäteen. Suosituksen mukaan potilasta ei tule nukkuttaa eikä puuduttaa, mikäli ydinlämpö on alle 36 °C (4). Vasta anestesiain-

duktion jälkeen aloitettu potilaan lämmittäminen ei ehdi kompensoida lämmön uudelleenjakautumisesta johtuvaa rajua ydinlämmön laskua.

Leikkauspotilaan lämmönhallintamenetelmiä ovat pintaeristys lämmön luovutuksen estämiseksi ja aktiiviset lämmityskeinot kuten pintalämmitys, ydinlämmitys ja esilämmitys, sekä periaatteessa lämmön redistribuution rajoittaminen.

Passiiviset keinot, kuten peitot ja steriilit liinat, vähentävät kuljettumalla ja säteilemällä tapahtuvaa lämmönhukkaa ihon kautta. Yksi kerros vähentää hukkaa noin 30 % ja kolme kerrosta noin 50 %. Tärkeintä onkin peittää mahdollisimman paljon potilaan pinta-alasta. Kotimainen T-Balance®-haalari on kehitetty lämmönhukan vähentämiseen. Haalarissa on vetoketjuja, joiden avulla voidaan paljastaa vain anestesian ja kirurgian vaatima alue pitäen potilas muutoin peitetynä. Haalarin tehosta jäähtymisen ehkäisyssä on kuitenkin ristiriitaista näyttöä (19,20).

Aktiiviset pintalämmitysmenetelmät, kuten lämpöpuhallin- ja lämpövastuspeitteet, sekä lämpöpatjat, siirtävät lämpöä potilaaseen ja ovat tehokkaampia kuin passiivinen eristäminen (21). Lämpöpuhallinpeitto lämmittelee potilasta ihon kautta (2,22). Puhaltimen lämpötilaa pystyy säätämään ja saatavilla on useita eri kokoisia peittoja, joista voi valita sopivimman potilaan koon ja leikkauksen mukaan. Puhaltimen haittana voidaan pitää kovaa ääntä. Lisäksi puhallin tarvitsee sähköä toimiakseen. Vastukselliset lämpöpatjat ja -peitot siirtävät johtumalla lämpöä potilaaseen. Kahden pinnan ollessa kosketuksissa toisiinsa lämpö siirtyy johtumalla korkeammasta lämpötilasta matalampaan lämpötilaan. Lämpöpatja lämmittelee potilasta selän puolelta. Paineen

Puudutettu potilas voi kokea olonsa lämpimäksi, vaikka ydinlämpö on matala.



Kuva 3. 3M™ Bair Hugger™ seurantayksikkö. Kuva Sirkka-Liisa Lauronen, 2020.

Kuva 4. Potilasta lämmitetään aktiivisesti salissa ennen anestesian induktiota. Ylävartalopeitto on esilämmityksen ajan pitkittäin potilaan päällä. Kuva Sirkka-Liisa Lauronen, 2020.

vaikutuksesta ihon kapillaarit ovat kuitenkin lytysä, joten lämpö ei pääse siirtymään ytimeen kovin tehokkaasti. Itselämpiviän aktiivipeitteen (EasyWarm®) tyynyt lämpiävät ilman hapen vaikutuksesta puolessa tunnissa noin 44 °C:een. Peite on helppokäyttöinen, ei vaadi sähköä eikä pidä ääntä. Peitteeseen liittyy kuitenkin palovamman riski, jos tyyny pääsee painamaan potilaan ihoa. Lisäksi peitteessä lämpö ei ole tasaisesti jakautunut, sen lämpötilaa ei pysty säätämään eikä peite ole heti lämmin.

Ydinlämmitystä ovat lämmitetyt suonensisäiset nesteet ja huuhtelunesteet, sekä lämmitetyt ja kostutetut hengityskaasut ja vatsaontelon täyttökaasut. Ruokatorvilämmönvaihtajat ja aminohappoinfuusiot eivät ole rutiinikäytössä. Suonensisäisten nesteiden lämmitystä käytetään muiden keinojen ohella sekä aina, kun nesteensiirtotarve on yli 1000 ml tunnissa. Yksi litra huoneenlämpöistä (21 °C) suonensisäistä kirkasta nestettä laskee ydinlämpöä 0,25 °C. Viileä neste lämpiää elimistössä, sillä kudoksista siirtyy johtumalla lämpöä nesteeseen. Hengitysilman lämmityksen vaikutus on hyvin vähäinen. Myöskään laparoskopikaasujen lämmittämisellä ei ilmeisesti ole vaikutusta potilaan ydinlämpöön (23). Järeämmät lämmönvaihtomenetelmät, kuten suonensisäiset lämmönvaihtajat ja perfuusiolaitteet, eivät ole käytössä tavanomaisessa leikkauksalitoiminnassa. Kehon lämmön uudelleenjakautumisen rajoittaminen induktiossa anesteetin valinnalla, esimerkiksi ketamiini (24), tai vasopressorin lisäämisellä (25) on mahdollista ja ehkä harkittava erityistilanteissa, kuten esimerkiksi hypotermisten päivystyspotilaiden kohdalla.

Tehokkain tapa estää alkuhypotermiaa on potilaan esilämmitys (prewarming). Esilämmi-

tys on lämmön varastointia potilaaseen eli kehon lämpösisällön nostamista ennen anestesian induktiota. Esilämmityksen tarkoitus on nostaa ydinlämpöä hypotermisillä potilailla, mutta ennen kaikkea lisätä normotermisten potilaiden ääreisosien lämpötilaa. Tämän seurauksena ytimen ja raajojen lämpötilaero tasoittuvat, induktion jälkeinen lämmön uudelleenjakautuminen vähenee ja ydinlämpö säilyy paremmin. Esilämmityksen aikana potilas ei saa hikoilla, koska tällöin ydinlämpö laskee ja esilämmityksen hyöty menetetään. Jo 10 minuutin esilämmitys ehkäisee tehokkaasti alkuhypotermiaa (26). Esilämmityksen teho säilyy parhaiten, mikäli tauko leikkauksen aikaiseen lämmitykseen jää alle 20 minuuttia (27).

Viileä leikkauksali altistaa potilaan jäähtymiselle (28). Suositus on, että anestesia- ja leikkauksalvalmistelujen ajan salin lämpötila pidetään aikuispotilailla vähintään 21 °C (4). Kun potilas on pesty ja peitelty, salin lämpötilaa voi laskea.

Potilasta kannattaa alussa lämmittää mahdollisimman tehokkaasti. Kun ydinlämpö ei enää laske tai viimeistään siinä vaiheessa, kun ydinlämpö lähtee nousemaan, aktiivista lämmitystä on kevennettävä. Lämpöpuhaltimen säädetty lämpö 32 °C ylläpitää potilaan sen hetkistä ydinlämpöä. Iatrogenista hypertermiaa tulee välttää ja riittää, että ydinlämpö pysyy yli 36 °C.

Tampereen yliopistollisen sairaalan leikkauksosastoille on luotu ohjeistus potilaan lämmönhallinnasta. Varsinaiseen aktiiviseen lämpöpuhallinpeitolla toteutettavaan esilämmitykseen ei odotustiloissa ole mahdollisuutta. Mikäli potilas tuntee olonsa viileäksi, itselämpiviä peitto annetaan avattuna syliin lämmittämään jalkoja. Leikkauksalissa samaa peittoa ei kuitenkaan käytetä,

Hypotermia lisää hyytymishäiriöitä, sydäntapahtumia ja haava-infektioita.

>>

koska se on odotusaikana ollut ainakin osittain lattialla. Vastuksellinen lämpöpatja on käytössä useimmissa saleissa. Uusitun ohjeistuksen myötä tärkein ja vaikuttavin muutos on ollut aktiivisen lämmityksen aloitus salissa ennen induktiota. Lämpöpuhallin asetetaan 38 °C lämpötilaan, joka on sopiva useimmille potilaille. Tämä esilämmitys kestää anestesiavalmistelujen ajan, yleensä noin 10 minuuttia. Leikkausvalmistelujen ajan puhallin on pois päältä, ja peittelyiden jälkeen lämmitys aloitetaan uudelleen. Mikäli leikkauksen alussa potilaan ydinlämpö on yli 37 °C, aktiivista lämmitystä ei jatketa. Ydinlämmön mittaamiseen käytämme yleisanestesiassa joko nenänielu-, ruokatorvi- tai rakkolämpöä. Puudutetuille potilaille käytämme 3M ydinlämpötilan seurantajärjestelmää.

Yhteenveto

Anestesia ja leikkaussaliolosuhteet altistavat potilaan tahattomalle jäähtymiselle. Ydinlämmön tavoite on yli 36 °C koko perioperatiivisen ajan. On tärkeä tunnistaa jäähtymiselle alttiit potilaat. Ydinlämpö mitataan ennen saliin tuloa, salissa jatkuvasti ja myös heräämössä. Hypotermistä potilasta ei saa siirtää vuodeosastolle. Potilas peitelään mahdollisimman hyvin paljastaen vain anestesian ja kirurgian vaatima alue. Esilämmitys on tehokas tapa ehkäistä jäähtymistä ja jo lyhytkin esilämmitysaika vähentää ydinlämmön laskua. ■

Potilaan ydinlämpöä on seurattava, mikäli toimenpide kestää yli 30 minuuttia.

Viitteet

1. Karalappilai D, Story D, Hart GK, ym. Postoperative hypothermia and patient outcomes after major elective non cardiac surgery. *Anaesthesia* 2013;68(6):605–611.
2. John M, Crook D, Dasari K, ym. Comparison of resistive heating and forced-air warming to prevent inadvertent perioperative hypothermia. *Br J Anaesth* 2016;116(2):249–254.
3. Kokki H. Perioperatiivinen lämpötila. *Finnanest* 2013;46(2):134–143.
4. National Institute for Health and Clinical Excellence. The management of inadvertent perioperative hypothermia in adults. *Clinical Guidelines CG65* 2008;65.
5. Sessler DI. Temperature Monitoring and Perioperative Thermoregulation. *Anesthesiology* 2008;109(2):318–338.
6. Sessler D, Todd M. Perioperative Heat Balance. *Anesthesiology* 2000;92(2):578–596.
7. Kurz A, Sessler DI, Schroeder M, Kurz M. Thermoregulatory response thresholds during spinal anesthesia. *Anesth Analg* 1993;77(4):721–726.
8. Mehta OH, Barclay KL. Perioperative hypothermia in patients undergoing major colorectal surgery. *ANZ J Surg* 2014;84(7-8):550–555.
9. Fernandes LA, Braz LG, Koga FA, ym. Comparison of peri-operative core temperature in obese and non-obese patients*. *Anaesthesia* 2012;67(12):1364–1369.
10. 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(5):1007–1014.

11. Rajagopalan SMD, Mascha EPD, Na JMS, Sessler, Daniel I M D. The Effects of Mild Perioperative Hypothermia on Blood Loss and Transfusion Requirement. *Anesthesiology* 2008;108(1):71–77.
12. 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(14):1127–1134.
13. Scott AV, Stonemetz JL, Wasey JO, ym. Compliance with Surgical Care Improvement Project for Body Temperature Management (SCIP Inf-10) Is Associated with Improved Clinical Outcomes. *Anesthesiology* 2015;123(1):116–125.
14. Sun Z, Honar H, Sessler DI, ym. Intraoperative Core Temperature Patterns, Transfusion Requirement, and Hospital Duration in Patients Warmed with Forced Air. *Anesthesiology* 2015;122(2):276–285.
15. Larach MG, Brandom BW, Allen GC, ym. Malignant hyperthermia deaths related to inadequate temperature monitoring, 2007–2012: a report from the North American malignant hyperthermia registry of the malignant hyperthermia association of the United States. *Anesth Analg* 2014;119(6):1359–1366.
16. Stavem K, Saxholm H, Smith-Erichsen N. Accuracy of infrared ear thermometry in adult patients. *Intensive Care Med* 1997;23(1):100–105.
17. Eshraghi Y, Nasr V, ParraSanchez I, ym. An Evaluation of a Zero-Heat-Flux Cutaneous Thermometer in Cardiac Surgical Patients. *Anesth Analg* 2014;119(3):543–549.
18. Kimberger O, Saager L, Egan C, ym. The accuracy of a disposable noninvasive core thermometer. *Can J Anesth* 2013;60(12):1190–1196.
19. Hirvonen EA, Niskanen M. Thermal suits as an alternative way to keep patients warm peri-operatively: a randomised trial. *Eur J Anaesthesiol* 2011;28(5):376–381.
20. Lauronen S-L, Mäkinen M-T, Annala P, ym. Thermal suit connected to a forced-air warming unit for preventing intraoperative hypothermia: A randomised controlled trial. *Acta Anaesthesiol Scand* 2020;00:1–6. <https://doi.org/10.1111/aas.13714>
21. Alderson P, Campbell G, Smith AF, ym. Thermal insulation for preventing inadvertent perioperative hypothermia. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2014(6).
22. Röder G, Sessler DI, Roth G, ym. Intra-operative rewarming with Hot Dog® resistive heating and forced-air heating: a trial of lower-body warming. *Anaesthesia* 2011;66(8):667–674.
23. Roth JV, Sea S, Roth S. An Assessment by Calorimetric Calculations of the Potential Thermal Benefit of Warming and Humidification of Insufflated Carbon Dioxide. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech.* 2014 Jun;24(3):e106–e109
24. Ikeda T, Kazama T, Sessler DI, ym. Induction of anesthesia with ketamine reduces the magnitude of redistribution hypothermia. *Anesth Analg* 2001;93(4):934–938.
25. Ikeda T, Ozaki M, Sessler DI, ym. Intraoperative phenylephrine infusion decreases the magnitude of redistribution hypothermia. *Anesth Analg* 1999;89(2):462–465.
26. Horn EP, Bein B, Böhm R, ym. The effect of short time periods of pre-operative warming in the prevention of peri-operative hypothermia. *Anaesthesia* 2012;67(6):612–617.
27. Grote R, Wetz A, Bräuer A, Menzel M. Short interruptions between pre warming and intraoperative warming are associated with low intraoperative hypothermia rates. *Acta Anaesthesiol Scand* 2019;64(4):489–493.
28. Yi J, Xiang Z, Deng X, ym. Incidence of Inadvertent Intraoperative Hypothermia and Its Risk Factors in Patients Undergoing General Anesthesia in Beijing: A Prospective Regional Survey. *PLoS one*; *PLoS One* 2015;10(9):e0136136.