REVISIÓN

Revista Colombiana de Anestesiología
Colombian Journal of Anesthesiology
www.revcolanest.com.co

Revisión

Hipotermia en cirugía electiva. El enemigo oculto

Jorge Enrique Bayter-Marín[a,b,c,*], *Jorge Rubio*[c,d,e], *Arnaldo Valedón*[c,f] y *Álvaro Andrés Macías*[c,g]

[a] *Director Médico, Clínica El Pinar, Bucaramanga, Colombia*
[b] *Coordinador Comité Anestesia para Cirugía Plástica, Sociedad Colombiana de Anestesiología y Reanimación (S.C.A.R.E.), Bogotá D.C., Colombia*
[c] *Miembro del Comité Internacional de SAMBA*
[d] *Anestesiólogo Centro Quirúrgico Ambulatorio, Salud SURA*
[e] *Coordinador Comité Anestesia Ambulatoria, Sociedad Colombiana de Anestesiología y Reanimación (S.C.A.R.E.), Bogotá D.C., Colombia*
[f] *Chief Ambulatory Division and Managing Partner, First Colonies, Anesthesia Associates, Baltimore, Estados Unidos*
[g] *Staff Anesthesiologist, Brigham and Womens Hospital, Departament of Anesthesiology, Massachusetts Eye and Ear, Boston, Estados Unidos*

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:
Recibido el 11 de septiembre de 2015
Aceptado el 1 de agosto de 2016
On-line el 7 de diciembre de 2016

Palabras clave:
Hipotermia
Anestesia, general
Anestesia de conducción
Temperatura corporal
Procedimientos quirúrgicos ambulatorios

RESUMEN

Introducción: La hipotermia es tal vez el evento indeseable más frecuente en los pacientes que van a cirugía programada. Se considera que una hora después de iniciada la cirugía del 70 al 90% de los pacientes se encuentran hipotérmicos. En cirugía electiva en pacientes sanos hay varios factores que llevan a que nuestros pacientes mantengan cifras de temperatura de 34 °C e inclusive menores. El problema está en que la hipotermia aumenta las infecciones, el sangrado y la necesidad de trasfusión, la aparición de un efecto indeseable y temido por el paciente como es el frío y temblor postoperatorio que puede llevar a complicaciones cardiacas debido al aumento del influjo simpático.

Objetivos: Revisar las causas que llevan a estas bajas temperaturas intraoperatorias en cirugía programada y revisar si las opciones que tenemos hoy en día para prevenir la hipotermia pueden ser efectivas.

Métodos: Se realizó una revisión de la literatura no sistemática en las bases de datos PubMed y Medline.

Resultados: La hipotermia es el evento indeseable más frecuente y menos diagnosticado en el paciente que va a cirugía, a pesar de que es fácil de detectar y las medidas preventivas son relativamente fáciles de instaurar.

Conclusiones: Hay medidas fáciles de instaurar, económicas y efectivas para evitar la hipotermia; entre ellas, la más importante es el precalentamiento del paciente con aire caliente a presión por una hora y el mantenimiento del aire acondicionado de la sala por encima de 22 °C. Solo necesitamos entender cuáles son estas medidas e iniciar a ponerlas en práctica.

© 2016 Sociedad Colombiana de Anestesiología y Reanimación. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

* *Autor para correspondencia*. Clínica El Pinar. Centro Empresarial Natura, km. 2. Anillo vial Autopista Floridablanca-Girón. Torre 2. Floridablanca, Santander, Colombia.
Correo electrónico: jokibay@yahoo.com (J.E. Bayter-Marín).
http://dx.doi.org/10.1016/j.rca.2016.08.003
0120-3347/© 2016 Sociedad Colombiana de Anestesiología y Reanimación. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

REVISIÓN

Hypothermia in elective surgery. The hidden enemy

Keywords:
Hypothermia
Anesthesia, general
Anesthesia, conduction
Body temperature
Ambulatory surgical procedures

A B S T R A C T

Introduction: Hypothermia is perhaps the most frequent undesirable event in elective surgery. It is estimated that 1 hour after surgery has initiated 70 to 90% of patients will experience hypothermia. In elective surgery, there are several factors leading to temperatures under 34 °C. Hypothermia may increases infections, bleeding and need for transfusion as well as the occurrence of an undesirable effect of discomfort and feared such as cold and postoperative shivering that can lead to cardiac complications due to increased of sympathetic influence.
Objectives: Review the causes of these low temperatures within intraoperative elective surgery and check if the current alternatives to prevent hypothermia are effective.
Methods: Review of non-systematic literature in PubMed and Medline was performed.
Results: Hypothermia is the most common and least diagnosed undesirable event of patients undergoing surgery although it is easy to detect and preventive measures do not present major difficulties in their implementation.
Conclusions: There are effective measures easy to set up, economical and effective to prevent hypothermia; the most important is the patient warm with hot air under pressure for 1 hour and maintenance of air conditioning in the room above 22 °C. We just need to understand these measures and start to implement them.

© 2016 Sociedad Colombiana de Anestesiología y Reanimación. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Introducción

La hipotermia es el enemigo oculto en la mayoría de los procedimientos en cirugía electiva. Muy pocos anestesiólogos y cirujanos tienen en cuenta este problema en el intraoperatorio, a pesar de todos los efectos adversos que causa en el postoperatorio. Se considera que del 70 al 90% de los pacientes que van a cirugía desarrollan hipotermia así su cirugía sea de una hora. El problema está en que si no instauramos medidas de prevención de la hipotermia, la restauración de la normotermia puede tardar hasta 4 h. Tanto la anestesia general como la anestesia regional deterioran por igual los mecanismos protectores de la hipotermia. Además de los efectos conocidos de la hipotermia como son el aumento de la tasa de infecciones y el deterioro de los mecanismos de la coagulación y mayor sangrado, hay eventos adversos debidos al infaltable temblor, que causa una gran sensación desagradable y de disconfort.

Metodología

Se realizó una revisión no sistemática de la literatura en bases de datos como PubMed y Medline, introduciendo las palabras clave en inglés: *Hypothermia in plastic surgery*, *Complications of hypothermia*, *Prevention of hypothermia*, *Maintaining normothermia*. Se procedió a la lectura de cada artículo, se indagaron artículos de las referencias seleccionadas con el tema y, de acuerdo a esta metodología, se seleccionaron 52 referencias. Los resultados de esta revisión se presentan a continuación.

Revisión

Termorregulación en el ser humano

El ser humano es homeotérmico y endotérmico. Esto quiere decir que, además de mantener su temperatura en rangos estrechos, es capaz de producir calor por sí solo. En un modelo simplista, el ser humano está dividido en 2 compartimentos; uno central, que produce calor, y uno periférico, que regula la pérdida de calor. Nuestros mecanismos regulatorios estrechos están hechos para proteger nuestro compartimento central a expensas del periférico. Así, la temperatura central —y especialmente la del cerebro— está regulada cerca de los 37 °C, con una termorregulación casi perfecta, pero a costa de la piel, que en realidad es poiquilotérmica y su temperatura se asemeja a la temperatura ambiental y oscila cerca de los 33 °C. Así, en condiciones normales, la producción del calor corporal es producto de la tasa metabólica basal de los órganos internos, como el cerebro, y de los órganos de la cavidad torácica y abdominal, como corazón, pulmón, hígado, intestino y riñón. La sangre pasa por estos órganos, se calienta y luego es distribuida por el sistema cardiovascular por convección de la región central a la región cutánea[1-4].

El centro que integra y regula la temperatura corporal y que en realidad actúa como termostato se encuentra en el hipotálamo posterior. Así, la temperatura con que llegue la sangre al hipotálamo es el principal determinante de la respuesta corporal a los cambios climáticos y se encarga de mantener un equilibrio entre la producción de calor y los procesos de transferencia de calor o de pérdida de calor.

Estos procesos de transferencia de calor entre nuestro cuerpo y el ambiente que lo circunda se producen de

2 maneras: por evaporación y por mecanismos no evaporativos, que son la radiación, la conducción y la convección.

Normalmente, según la segunda ley de la termodinámica, el calor solo puede fluir por gradiente de temperatura, desde el cuerpo, que es más caliente, hacia la periferia o el ambiente, que es más frío; así, nunca el organismo se podrá calentar de la periferia hacia el *core*, que normalmente es más caliente que el exterior.

Mecanismos de regulación de la temperatura corporal

La temperatura corporal esta exclusivamente regulada por mecanismos nerviosos de retroalimentación negativa que operan en los centros termorreguladores que se encuentran en el hipotálamo. En general la temperatura corporal solo puede ser alterada por la generación de calor interno en la minoría de los casos, pero principalmente por el enfriamiento o el calentamiento del ambiente. A nivel de piel existen una serie de receptores de temperatura, llamados receptores de potencial transitorio (RPT), que existen ampliamente en las neuronas sensitivas. El subtipo RTPM8, se activa cuando la temperatura ambiente está por debajo de 27 °C, o sea, cuando existe un leve frío. Los termorreceptores centrales se encuentran ubicados en el cerebro, la médula espinal y el abdomen. La señal de frío activa las neuronas del núcleo parabraquial lateral, lo cual promueve un influjo excitatorio dirigido a interneuronas GABAérgicas. Este influjo de GABA inhibe neuronas inhibitorias situadas en el área preóptica del hipotálamo, que es el área encargada —entre otras funciones— del control de la temperatura. El resultado es la desinhibición de las neuronas que promueven la termogénesis en el hipotálamo. Estas fibras activan el influjo espinal simpático y los circuitos motores somáticos para activar la termogénesis[5-7]. Así, desde el área preóptica del hipotálamo anterior se coordina una respuesta termorreguladora con una organización jerárquica perfecta que va mucho más allá de una simple respuesta espinal como es la vasoconstricción.

Así, con la hipotermia se desencadena un flujo espinal simpático, con gran liberación de adrenalina y noradrenalina, que produce una vasoconstricción periférica extensa, con *shunts* arteriovenosos, que disminuyen el paso de sangre a estas áreas periféricas frías pero a la vez hacen que la sangre caliente se conserve en el compartimento central. Así tendremos un gradiente entre la temperatura central y la periférica que puede ser de 2 a 4 °C con temperaturas periféricas de 32 °C y centrales de 36 °C o menores[8].

Efectos anestésicos sobre los mecanismos de conservación de calor

Todos los anestésicos inhalados deterioran profundamente las respuestas autonómicas que nos ayudan a defendernos de la hipotermia, y esta respuesta se da a rangos terapéuticos; así, se puede aumentar el rango interumbral de 10 a 20 veces o sea 4 °C, por lo que la respuesta de vasoconstricción periférica que normalmente se da a los 37 °C con anestesia inhalada se puede dar a los 34 o 35 °C, o sea que quedamos totalmente expuestos a la hipotermia en el intraoperatorio. La anestesia regional puede que solo aumente el rango 3 o 4 veces, pero tiene un efecto vasodilatador directo que deteriora por igual la respuesta al frío[9].

Fases de la hipotermia durante la anestesia general

Los cambios de temperatura se llevan en 3 fases durante la anestesia[10]. En una primera fase ocurre una rápida caída de la temperatura, de 1 a 1,5 °C en la primera hora de iniciada la cirugía, esto por una redistribución del calor del centro a la periferia. La pérdida de calor en esta primera fase es debida primero al gradiente normal que existe de 2 a 4 °C entre el *core* a la periferia y segundo a la vasodilatación que existe a nivel periférico debido a la pérdida de los mecanismos de vasoconstricción por la anestesia[11-13].

La segunda fase de reducción lineal lenta de la temperatura ocurre entre la segunda y tercera hora debido a la pérdida de calor central por la disminución del metabolismo basal. Así la hipotermia en esta fase es además exacerbada por las bajas temperaturas de la sala de cirugía, por las grandes áreas de zonas expuestas del cuerpo, como ocurre en la liposucción, y la gran cantidad de líquidos fríos infiltrados a nivel subcutáneo.

La tercera fase se inicia en la tercera o cuarta hora y es la fase de meseta, en la cual la temperatura se mantiene en un relativo estado estable. En esta fase, que normalmente ocurre entre los 34 y 35 °C, se activan nuevamente los mecanismos de protección contra la hipotermia perdidos, como son la vasoconstricción y el cierre de los *shunts* de manos y pies; por eso, en esta fase se minimiza la pérdida de calor, pero nunca se vuelve a recalentar el cuerpo.

Anestesia regional e hipotermia

La hipotermia es igualmente frecuente tanto en anestesia general como en anestesia regional. Aunque algunos estudios pueden mostrar que la pérdida de temperatura puede ser un poco menor en la primera hora con anestesia regional (0,8 °C con anestesia regional vs. 1,2 °C con anestesia general)[14-16], otros no han mostrado ninguna diferencia. Al comparar las 3 fases de la hipotermia, se puede decir que las fases 1 y 2 son iguales que las fases de la anestesia general, pero la fase 3 tiene agravantes, ya que con anestesia regional ni siquiera se activa la vasoconstricción a 34 °C; así, en esta tercera fase, que es una fase de meseta con anestesia general, con anestesia regional el paciente puede seguir perdiendo temperatura después de la tercera o cuarta hora, lo que puede hacerla inclusive más riesgosa en cirugías largas que la misma anestesia general[17,18]. La hipotermia es más severa dependiendo de los dermatomas bloqueados y, por ende, del bloqueo simpático. Algunos estudios muestran una disminución de 0,15 °C por cada dermatoma bloqueado[19], hecho que es preocupante en cirugía plástica, ya que se realizan bloqueos muy extensos que pueden incluir todo el sistema toracolumbar en casos de cirugías que incluyen senos y abdominoplastia y se realiza doble punción.

Efectos hemodinámicos y autonómicos de la respuesta al frío

Aun con hipotermias leves (1 a 2 °C), los valores de noradrenalina circulante se pueden multiplicar por 7 y generan

una respuesta hiperdinámica considerable, y está demostrado que pueden causar eventos mórbidos cardiacos en personas susceptibles[20-22].

En un estudio publicado en 1993 por Frank en *Anestesiology*[23], en el cual compara pacientes hipotérmicos contra normotérmicos en el intraoperatorio, se encontró que los hipotérmicos tienen 3 veces más riesgo de infarto del miocardio y 12 veces más riesgo de angina de pecho.

Efectos hematológicos

La hipotermia aumenta la viscosidad de la sangre, lo que puede llevar a un deterioro de la perfusión. El hematocrito se eleva un 2% por cada grado centígrado que disminuye la temperatura. Este falso incremento del hematocrito puede ser engañoso en un paciente hipotérmico con pérdida de sangre[24].

También tiene efectos deletéreos sobre la cascada de la coagulación, pues la hipotermia disminuye todas las reacciones enzimáticas envueltas en la vía intrínseca y la vía extrínseca. Se ha demostrado que tanto el tiempo parcial de tromboplastina como el tiempo de protrombina se incrementan de forma estadísticamente significativa en la hipotermia en cirugía, con respecto a los pacientes normotérmicos[25,26]. Además, la hipotermia causa trombocitopenia transitoria y disminución de la función plaquetaria por disminución transitoria de síntesis de tromboxano B2[27,28]. Un estudio prospectivo controlado realizado por Cavallini et al.[29] encontró que el grupo que manejó hipotermias intraoperatorias presentó tiempos parciales de tromboplastina significativamente más altos que el grupo precalentado, y concluye que mantener la normotermia es una de las principales estrategias para disminuir el sangrado intraoperatorio y la necesidad de transfusiones.

Efectos sobre el sistema inmunológico

La hipotermia tiene un efecto inmunosupresor demostrado que disminuye la resistencia a las infecciones. Se ha demostrado in vitro que las bajas temperaturas disminuyen la migración de leucocitos, disminuyen la capacidad fagocitaria de los neutrófilos[30], disminuyen la producción de interleucinas 1, 2 y 6 y el factor de necrosis tumoral[31]; además, la producción de anticuerpos mediados por células T, la activación del complemento y los niveles de proteína C reactiva también se encuentran deteriorados.

Melling et al.[32] realizaron un estudio en pacientes quienes iban a procedimientos quirúrgicos limpios, como cirugías de seno, y encontraron que el grupo sin calentamiento tuvo tasas de infección mucho más altas que los grupos a quienes se realizó precalentamiento (15% vs. 6% y 4%).

Clasificación de hipotermia

Los sitios más precisos para medir la temperatura central son la membrana timpánica, la nasofaringe, el esófago distal y la arteria pulmonar.

Una definición estándar de hipotermia es la temperatura central por debajo de 36 °C, y se ha clasificado como leve (36-32 °C), moderada (28-31,9 °C) y severa (menor de 28 °C)[33], aunque Kirkpatrick et al.[34] han clasificado la hipotermia en 4 fases, haciendo una división de la fase leve: una de 36 a 34 °C y otra de 34 a 32 °C.

Factores de riesgo para hipotermia transoperatoria en cirugía plástica

Los factores de riesgo más importantes son el aire acondicionado en la sala de cirugía, la combinación de anestesia general con regional, la temperatura previa del paciente menor de 35,5 °C, las pérdidas sanguíneas mayores de 30 cc/kg[35] y la pérdida de grasa en la liposucción, que también contribuye a la marcada hipotermia que se presenta en este tipo de cirugía[36].

Métodos para evitar la pérdida de calor en cirugía

La prevención de la hipotermia garantiza una cirugía más segura y placentera. Nuestro objetivo es nunca dejar que la temperatura disminuya de 36 °C, y por esto es imprescindible colocar una sonda para monitorizar la temperatura[37,38]. Hay estudios en Colombia que muestran que solo se monitoriza la temperatura al 10% de los pacientes sometidos a cirugía, y esto nos lleva a desconocer la magnitud del problema[39]. Una de las medidas más importantes y efectivas pero a la vez menos usadas por la incomodidad para todo el equipo quirúrgico es mantener temperaturas en salas de cirugía por encima de 22 °C[40], pero esto en la práctica poco se cumple.

Efectos del precalentamiento

El precalentamiento es tal vez la medida más importante para evitar la hipotermia en cirugía. Consiste en colocar al paciente de 30 min a una hora antes de cirugía con una manta de aire caliente a presión para elevar la temperatura externa. Al elevar la temperatura externa se eleva muy poco o nada la temperatura central, pero lo más importante es que reduce la diferencia o gradiente de temperatura entre el centro y la periferia y, por ende, disminuye la pérdida de calor al disminuir el delta de temperatura en la primera hora de la anestesia y cirugía, que es cuando sucede la pérdida más rápida de temperatura[41-43]. Así, la pérdida de temperatura en la primera hora de cirugía puede ser de 2 °C en los pacientes que no se precalentaron vs. 0,9 °C en los pacientes que se precalentaron[44,45]. Un estudio realizado por Sessler et al.[46] midió el tiempo ideal que se debe precalentar el paciente; si este es de una hora, prácticamente se elimina la pérdida de calor en la primera hora.

Colchones de agua caliente

Aunque las colchonetas de agua caliente han sido ampliamente utilizadas por décadas y se consideran como el sistema clásico de calentamiento en cirugía, en realidad su eficacia es limitada. La primera es que la espalda es una pequeña porción de la superficie total del cuerpo, y el 90% del calor central se pierde del área anterior del cuerpo. Además, sumado a esto, las colchonetas de agua caliente se han visto relacionadas con áreas de quemaduras en zonas de presión[14,47,48].

REVISIÓN

Calentamiento de fluidos endovenosos

Sabemos que un litro de solución salina a temperatura ambiente infundida de forma endovenosa disminuye la temperatura 0,25 °C en adultos[49]. Esto no es la principal pérdida de calor en un paciente de cirugía plástica, donde el manejo de los líquidos es conservador, aunque algunos estudios han mostrado que el calentador de líquidos endovenosos *hotline* podría sugerir algún beneficio en protección térmica a los pacientes, comparados con aquellos a los cuales no se les realiza ninguna medida de protección térmica[50]. Los calentadores de líquidos deben ser usados cuando usted va a usar gran cantidad de líquidos endovenosos, mayores de 2 l por hora, como es el caso de reanimación o cirugía de urgencias.

Calentamiento de los líquidos de infiltración en el caso de cirugía plástica

Uno de los principales pilares que hacen que sea tan común y severa la hipotermia en cirugía plástica —y especialmente en liposucción— es la gran cantidad de líquidos que se colocan a nivel subcutáneo en la llamada «infiltración». Lo más común en liposucción es realizar infiltraciones superhúmedas, o sea, relación 1:1 entre lo infiltrado y lo aspirado. Esto quiere decir que si voy a realizar una liposucción de 4 l, se deben infiltrar a nivel subcutáneo 4 l de solución salina normal, y esto generalmente se hace con líquidos a temperatura ambiente. Un estudio realizado por Robles-Cervantes et al.[51] comparó la pérdida de calor al utilizar infiltración a temperatura ambiente (24 °C) o con líquidos precalentados a 37 °C. En el grupo al que se precalentó la infiltración terminaron con temperaturas de 35,7 °C, vs. 34,9 °C en el grupo que no se precalentaron. Por esto se considera una medida efectiva.

Conclusiones

La prevención de la hipotermia garantiza una cirugía más segura y una recuperación postoperatoria placentera. Definitivamente, estas medidas solo redundan en grandes beneficios, como disminución de la tasa de infecciones, mejoría en la cicatrización, menor sangrado y necesidad de trasfusión, y un despertar rápido y placentero después de la anestesia. Nuestra meta es nunca dejar que la temperatura del paciente baje de 36 °C, y para esto nuestra primera medida de ahora en adelante es monitorizar la temperatura central y de forma continua durante la cirugía. Las 3 medidas más importantes para conseguir este objetivo son, en su orden, el precalentamiento del paciente con mantas de aire caliente a presión por espacio de una hora antes de cirugía, el precalentamiento de los líquidos de infiltración a 37 °C en el caso de cirugía plástica, y el mantenimiento del aire acondicionado de las salas de cirugía por encima de 22 °C. Todas estas medidas son preventivas, fáciles de instaurar y ante todo económicas. Es importante recalcar que se deben hacer estudios específicos de temperatura en las diferentes especialidades.

Financiamiento

Los autores no recibieron patrocinio para llevar a cabo este artículo.

Conflicto de intereses

El Dr. Jorge Enrique Bayter-Marín es coordinador del Comité de Anestesia para Cirugía Plástica de la S.C.A.R.E.

El Dr. Jorge Rubio es coordinador del Comité de Anestesia Ambulatoria de la S.C.A.R.E.

REFERENCIAS

1. Sessler DI. Temperature monitoring and perioperative thermoregulation. Anesthesiology. 2008;109:318–38.
2. Sessler DI, Lee KA, McGuire J. Isoflurane anesthesia and circadian temperature cycles. Anestesiology. 1991;75:985–9.
3. Sessler DI. Perianesthetic thermoregulation and heat balance in humans. FASEB J. 1993;7:638–44.
4. Kräuchi K. The human sleep-wake cycle reconsidered from a thermoregulatory point of view. Physiol Behav. 2007;90:236–45.
5. Werner J. System properties, feedback control and effector coordination of human temperature regulation. Eur J Appl Physiol. 2009;109:13–25.
6. Nakamura k, Morrison SF. A thermosensory pathway that controls body temperature. Nat Neurosci. 2008;11:62–71.
7. Morrison SF, Nakamura K, Madden CJ. Central control of thermogenesis in mammals. Ex Physiol. 2008;93:773–97.
8. Sessler DI. Thermoregulatory defense mechanisms. Crit Care Med. 2009;37 7 Suppl:203–10.
9. Sessler DI. Mild perioperative hypothermia. New Engl J Med. 1997;336:1730–7.
10. Sessler DI. Perioperative heat balance. Anesthesiology. 2000;92:578–96.
11. Kurz A, Xiong J, Sessler DI, Dechert M, Noyes K, Belani K. Desflurane reduces the gain of thermoregulatory arteriovenous shunt vasoconstriction in humans. Anesthesiology. 1995;83:1212–9.
12. Sheffield CW, Sessler DI, Hunt TK, Scheunenstuhl H. Mild hypothermia during halothane induced anaesthesia decreases resistance to *Staphylococcus aureus* dermal infection in guinea pigs. Wound Repair Regen. 1994;2:48–56.
13. Ozaki M, Sessler DI, Ozaqui H, Atarashi K, Negishi C, Suzuki H. The threshold for thermoregulatory vasoconstriction during nitrous oxide/sevoflurane anesthesia is reduced in elderly patients. Anesth Analg. 1997;84:1029–33.
14. Gendron F. 'Burns' occurring during lengthy surgical procedures. J Clin Engineer. 1980;5:20–6.
15. Cattaneo CG, Frank SM, Hesel TW, El-Rahmany HK, Kim LJ, Tran KM. The accuracy and precision of body temperature monitoring methods during regional and general anesthesia. Anesth Analg. 2000;90:938–45.
16. Frank SM, el-Rahmany HK, Cattaneo CG, Barnes RA. Predictors of hypothermia during spinal anesthesia. Anesthesiology. 2000;92:1330–4.
17. Arkiliç CM, Akça O, Taguchi A, Sessler DI, Kurz A. Temperature monitoring and management during neuraxial anesthesia: An observational study. Anesth Analg. 2000;91:662–6.
18. Hendolin H, Lansimies E. Skin and central temperatures during continuous epidural analgesia and general anaesthesia in patients subjected to open prostatectomy. Ann Clin Res. 1982;14:181–6.

19. Szmuk P, Ezri T, Sessler DI, Stein A, Geva D. Spinal anesthesia only minimally increases the efficacy of postoperative forced-air rewarming. Anesthesiology. 1997;87: 1050–4.
20. Frank SM, Higgins MS, Fleisher LA, Sitzmann JV, Raff H, Breslow MJ. Adrenergic, respiratory, and cardiovascular effects of core cooling in humans. Am J Physiol. 1997;272:R557–62.
21. Frank SM, Fleisher LA, Breslow MJ, Higgins MS, Olson KF, Kelly S, et al. Perioperative maintenance of normothermia reduces the incidence of morbid cardiac events: A randomized clinical trial. JAMA. 1997;277:1127–34.
22. Greif R, Laciny S, Rajek A, Doufas AG, Sessler DI. Blood pressure response to thermoregulatory vasoconstriction during isoflurane and desflurane anesthesia. Acta Anaesthesiol Scand. 2003;47:847–52.
23. Frank SM, Beattie C, Christopherson R, Norris EJ, Perler BA, Williams GM, et al. Unintentional hypothermia is associated with postoperative myocardial ischemia. Anesthesiology. 1993;78:468–76.
24. Rand PW, Lacombe E, Hunt HE, Austin WH. Viscosity of normal human blood under normothermic and hypothermic conditions. J Appl Physiol. 1964;19:117–22.
25. Rohrer MJ, Natale AM. Effect of hypothermia on the coagulation cascade. Crit Care Med. 1992;20:1402–5.
26. Hessel E, Schmer G, Dillard D. Platelet kinetics during deep hypothermia. J Surg Res. 1980;28:23–34.
27. Valeri CR, Cassidy G, Khuri S, Feingold H, Ragno G, Altschule MD. Hypothermia-induced reversible platelet dysfunction. Ann Surg. 1987;205:175–81.
28. Schmied H, Kurz A, Sessler DI, Kozek S, Reiter A. Mild intraoperative hypothermia increases blood loss and allogenic transfusion requirements during total hip arthroplasty. Lancet. 1996;347:289–92.
29. Cavallini M, Preis FWB, Casati A. Effects of mild hypothermia on blood coagulation in patients undergoing elective plastic surgery. Plast Reconstr Surg. 2005;116:316–21.
30. Van Oss CJ, Absolam DR, Moore LL, Park BH, Humbert JR. Effect of temperature on the chemotaxis, phagocytic engulfment, digestion and oxygen consumption of human polymorphonuclear leukocytes. J Reticuloendothelial Soc. 1980;27:561–5.
31. Fairchild KD, Viscardi RM, Hester L, Singh IS, Hasday JD. Effects of hypothermia and hyperthermia on cytokine production by cultured human mononuclear phagocytes from adults and newborns. J Interferon Cytokine Res. 2000;20:1049–55.
32. Melling AC, Ali B, Scott EM, Leaper DJ. Effects of preoperative warming on the incidence of wound infection after clean surgery: A randomised controlled trial. Lancet. 2001;358:876–80.
33. Kumar S, Wong PF, Melling AC, Leaper DJ. Effects of perioperative hypothermia and warming in surgical practice. Int Wound J. 2005;2:193–204.
34. Kirkpatrick AW, Chun R, Brown R, Simons RK. Hypothermia and the trauma patient. Can J Surg. 1999;42:333–43.
35. Macario A, Dexter F. What are the most important risk factors for a patient's developing intraoperative hypothermia? Anesth Analg. 2002;94:215–20.
36. Kurz A, Sessler DI, Narzt E, Lenhardt R, Lackner F. Morphometric influences on intraoperative core temperature changes. Anesth Analg. 1995;80:562–657.
37. Krenzischek DA, Frank SM, Kelly S. Forced air warming versus routine thermal care and core temperature measurement sites. J Postgrad Anesth Nurs. 1995;10:69–78.
38. Giesecke A, Sharkey A, Murphy M, Rice L, Lipton J. Control of postanaesthetic shivering with radiant heat. Acta Anesthesiol Scand. 1987;31:28–32.
39. Castillo Monzón CG, Candia Arana CA, Marroquín Valz HA, Aguilar Rodríguez F, Benavides Mejía JJ, Alvarez Gómez JA. Manejo de la temperatura en el perioperatorio y frecuencia de hipotermia inadvertida en un hospital general. Rev Colomb Anestesiol. 2013;41:97–103.
40. Slottman GJ, Jed EH, Burchard KW. Adverse effects of hypothermia in postoperative patients. Am J Surg. 1985;149:495–501.
41. Gauthier RL. Use of forced air warming system for intra-operative warming. Anesthesiology. 1990;73:462.
42. Just B, Trévien V, Delva E, Lienhart A. Prevention of intraoperative hypothermia by preoperative skin-surface warming. Anesthesiology. 1993;79:214–8.
43. Glosten B, Hynson J, Sessler DI, McGuire J. Preanesthetic skin-surface warming reduces redistribution hypothermia caused by epidural block. Anesth Analg. 1993;77:488–93.
44. Hynson JM, Sessler DI, Moayeri A, McGuire J, Schroeder M. The effects of pre-induction warming on temperature and blood pressure during propofol/nitrous oxide anesthesia. Anesthesiology. 1993;79:219–28.
45. Kurz A, Sessler DI, Lenhardt R. Perioperative normothermia to reduce the incidence of surgical wound infection and shorten hospitalisation. N Engl J Med. 1996;334:1209–15.
46. Sessler DI, Schroeder M, Merrifield B, Matsukawa T, Cheng C. Optimal duration and temperature of prewarming. Anesthesiology. 1995;82:674–81.
47. Sessler DI, Moayeri A. Skin-surface warming: Heat flux and central temperature. Anesthesiology. 1990;73:218–24.
48. Hynson J, Sessler DI. Intraoperative warming therapies: A comparison of three devices. J Clin Anesth. 1992;4:194–9.
49. Sessler DI. Consequences and treatment of perioperative hypothermia. Anesth Clin North Am. 1994;12:425–56.
50. Añorve I, de los Santos F, García M, Mikolajkczuc J, SeguiP, Revilla F, et al. Estudio comparativo de tres dispositivos para prevenir la hipotermia en pacientes sometidos a cirugía plástica. Acta Medica Grupo Los Angeles. 2012;10:14–9.
51. Robles-Cervantes JA, Martinez-Molina R, Cárdenas-Camarena L. Heating infiltration solutions used in tumescent liposuction: minimizing surgical risk. Plast Reconstr Surg. 2005;116:1077–81.