

¿Es importante vigilar la temperatura durante el transanestésico?

Tte Cor M.C. Marco Antonio Chávez Ramírez*

Hospital Mexicano-Británico Cowdray. Ciudad de México

RESUMEN. La importancia de la temperatura corporal fue inicialmente reconocida por Hipócrates, pero fue hasta del Siglo XIX cuando se utilizó como parte del monitoreo médico. Es bien conocido en la actualidad que las drogas anestésicas pueden producir alteraciones del centro termorregulador que conllevan con mayor frecuencia a disminución de la temperatura durante el acto anestésico-quirúrgico ya sea de manera intencionada (cirugía cardíaca) o no intencionada. Sin embargo cuando es en el sentido del incremento importante y súbito debemos pensar en la existencia de hipertermia maligna.

La presente revisión es con el fin de llamar la atención en la importancia de utilizar las diversas técnicas y métodos ante cualquier procedimiento anestésico por sencillo o corto que parezca para detectar y corregir oportunamente cualquier alteración de la temperatura y evitar situaciones que pueden poner en peligro la vida del paciente.

Palabras clave: anestesia, cuidados transoperatorios y temperatura.

SUMMARY. Body temperature was described, since the time of Hipócrates, however until the XIX Century it was used in the medical monitoring. Currently it is well known that the anesthetic drugs can produce thermoregulatory center disorders during the anesthetic procedure, more frequently to on the decrease of body temperature, either non deliberate or deliberate as in cardiac surgery. When we have suddenly and important temperature increase, we have to think in the probability of the presence of malignant hypertermia.

In this review we want to demonstrate different ways and technics about the body temperature monitoring for the prompt detection of its changes and for starting the specific management in order to avoid important complications including the patient's death.

Key word: temperature, transoperative care, anesthesia.

Aunque la importancia de la temperatura corporal fue reconocida por Hipócrates, probablemente el primer termómetro fue construido por Galileo en 1592. Sin embargo este termómetro no tenía escala para medición, era influenciado por la presión atmosférica y daba sólo indicaciones muy gruesas de los cambios de temperatura. La evolución más importante en este sentido fue a partir de la creación por Christian Huygens de la escala para su medición llamada

* Médico Anestesiólogo del Staff Hospital ABC (American British Cowdray Medical Center)

Correspondencia:
Consultorios ABC
Sur 132 No. 118-304. Col. Las Américas. Delegación Álvaro Obregón
C.P. 01120 México, D.F.
Tel y Fax 516 4012

Escala Centígrada y por Gabriel Fahrenheit conocida como Escala Fahrenheit. Boerhaave introdujo el termómetro a la práctica clínica en los siglos XVII y XVIII, pero fue hasta el siglo XIX cuando adquirió importancia como parte del monitoreo médico con la publicación del Carl Wunderlich titulada «La temperatura en Enfermedades» 1868. Al principio la termometría era compleja y engorrosa por lo que hacía difícil su aceptación, así pues conforme los aditamentos inventados para medir la temperatura eran menos complicados, su utilización fue mayor y esto se inició a partir de la creación del actual termómetro clínico.¹⁻³

Más del cincuenta por ciento de los incidentes ocurridos durante el procedimiento anestésico resultan de factores tales como una inadecuada e incompleta monitorización del paciente y de fallas en la máquina de anestesia o de la interfase máquina-paciente, aunque no descarta esto el error humano que es también un factor importante.⁴

Existen dos razones de tomarse en cuenta para impulsar el monitoreo perioperatorio, una es la vigilancia fisiológica, otra la seguridad del paciente, y en la actualidad vale la pena mencionar la protección legal del grupo quirúrgico.

Durante la anestesia se producen gran cantidad de cambios en diversos aparatos y sistemas, así como en los mecanismos compensadores, en estas condiciones el centro termorregulador se encuentra afectado y esto trae como consecuencia cambios en la temperatura corporal durante el transoperatorio. Los sistemas metabólicos y enzimáticos de toda la economía se alteran de manera importante, lo que a veces puede poner en peligro la vida de nuestro paciente.⁵

Creemos que en la actualidad la vigilancia estrecha de la temperatura durante cualquier procedimiento anestésico debe hacerse de manera rutinaria a fin de detectar a tiempo cualquier ascenso o descenso para iniciar las medidas terapéuticas adecuadas y evitar complicaciones catastróficas que pueden llevar a la muerte.

Con el fin de entender de manera clara la importancia del monitoreo de la temperatura corporal durante el periodo transanestésico revisaremos en este capítulo la fisiología de la termorregulación, así como la repercusión tanto de la hipertermia como de la hipotermia en la homeostasis corporal, igualmente los métodos de medición más efectivos y confiables utilizados en la actualidad.

El hombre es un ser homeotermo que produce calor a partir del metabolismo. Normalmente la temperatura corporal es constante y se asume que es independiente de la temperatura ambiente. Sin embargo existen pequeñas diferencias de ésta entre los diferentes órganos dependiendo del calor producido por cada uno de ellos. Hay un sistema regulador reflejo que modula continuamente la producción de calor (termogénesis) y su eliminación (termólisis).⁶

El centro termorregulador está localizado en el hipotálamo anterior y posterior, el anterior es sensible a la temperatura en la llamada área de Aronsohn-Sachs y el posterior es insensible a la temperatura conocido como centro de Krehl-Isenschmidt, de tal modo que el hipotálamo posterior recibe el influjo de los cambios de temperatura y el anterior se en-

carga de ajustar los mecanismos de pérdida y producción de calor. Así, un incremento en la temperatura hipotalámica induce vasodilatación cutánea y sudoración fenómeno conocido como reflejo de Bezinger. Impulsos fríos que llegan al hipotálamo posterior inician la producción de temblores finos para producir calor. Sin embargo en presencia de temperatura normal o aumento de la misma el hipotálamo anterior sobrepasa al posterior y bloquea la producción de calor. Como la temperatura hipotalámica es la integral del equilibrio térmico su temperatura deberá llamarse «centro de la temperatura».⁷

Existen termorreceptores localizados en toda la economía corporal tanto centrales como periféricos y de estos últimos gran cantidad están en la piel a partir de los cuales los impulsos fríos (activados por temperaturas cutáneas < 40 grados centígrados y máximos entre 30-35 grados centígrados) viajan a través de fibras nerviosas A delta, mientras que los influjos calientes son llevados por fibras tipo C (activados a 30-35 grados centígrados y máximo 40-45 grados centígrados).⁸

Las capacidades sensoriales y de integración del hipotálamo son necesarias para conservar una respuesta termorreguladora perfectamente equilibrada, de tal modo que esta región del cerebro sincroniza las respuestas de regulación endocrina, somática y del sistema nervioso central.

En un medio ambiente frío, el organismo dispone de varios mecanismos rápidos para aumentar la producción de calor como actividad muscular voluntaria o involuntaria, temblor y aumento del metabolismo debido a una estimulación de las catecolaminas; por otro lado la termólisis es un fenómeno puramente físico.⁹

La producción de calor es continua y una parte es constantemente perdida a nivel cutáneo. Este sistema de regulación tolera variaciones de la temperatura ambiente y así conserva una temperatura central constante. Las pérdidas de calor se hacen por 4 mecanismos físicos que son conducción, irradiación, convección y evaporación.^{5,10}

En humanos las pérdidas de calor ocurren en dos fases: 1) paso de calor del centro corporal a la superficie cutánea (gradiente de temperatura interna) y 2) evaporación calórica (gradiente de temperatura externa). Las pérdidas calóricas están determinadas por la piel, la temperatura ambiental y el coeficiente de transferencia térmica. El espesor del tejido, el tamaño corporal y el flujo sanguíneo determinan coeficientes de transferencia térmica, por ejemplo, cuando se transfiere calor del centro a la superficie corporal se crea un gradiente térmico interno que ocasiona vasoconstricción cutánea e incremento en la capacidad de contener calor por los tejidos con el fin de incrementar la temperatura interna y disminuir las pérdidas por convección y conducción.¹⁰

La temperatura central habitualmente disminuye un grado centígrado en los primeros 40 minutos después de la inducción de la anestesia. La hipotermia en este periodo resulta de la redistribución interna del calor debido a la vasodilatación ocasionada por los anestésicos en los tejidos periféricos.¹¹

La anestesia general tiene importantes efectos sobre el mecanismo de termorregulación, así pues está comprobado

que esta técnica reduce de manera más importante la temperatura corporal que la anestesia regional. Durante la anestesia general las pérdidas calóricas ocurren en tres fases: En la primera la hipotermia resulta de la redistribución de calor desde el compartimento central a la cubierta corporal periférica, que puede ser minimizada utilizando calentadores 90 minutos previos a la inducción; la segunda sucede durante la preparación quirúrgica de la piel principalmente con soluciones frías a base de alcohol, en esta fase las pérdidas pueden ser disminuidas utilizando calor radiante (lámparas), soluciones asépticas tibias y secado de la piel después del lavado y por último, si las pérdidas al ambiente continúan y exceden a la producción metabólica de calor se llega a una meseta entre 34 y 35.5 grados centígrados que puede durar varias horas y corresponde a la tercera fase.^{12,13}

Normalmente los mecanismos termorreguladores responden rápidamente para disminuir las pérdidas calóricas si la temperatura central (hipotalámica) baja menos de 0.4 grados centígrados. Sin embargo en humanos anestesiados con fentanil, halotano o isoflurano este umbral se encuentra aumentado y sólo se dispara cuando la temperatura ha disminuido entre 2.5 y 4 grados centígrados.¹⁴⁻¹⁶

Durante la anestesia regional los receptores periféricos particularmente los sensibles al calor están bloqueados. Los pacientes que reciben este tipo de anestesia se calientan más lentamente en el período postoperatorio debido a la continua vasodilatación y flacidez muscular. Durante la anestesia epidural la administración de líquidos fríos, alteraciones en la producción metabólica de calor y pérdidas ambientales no explican la disminución de 1 a 2 grados de la temperatura central y esto es debido probablemente a la redistribución del calor corporal y a que el centro termorregulador no se encuentra bloqueado lo cual permite iniciar mecanismos compensatorios como el temblor rápidamente.^{11,19}

En algunas situaciones de cirugía cerebral o de cirugía cardíaca la hipotermia tiene efectos benéficos, sin embargo cuando se presenta de manera no intencionada se ha demostrado que tiene numerosos efectos adversos. El metabolismo de las drogas puede marcadamente disminuirla, también la presencia de temblor postoperatorio que incrementa el consumo de oxígeno, así mismo se modifica la coagulación por alteración de la función plaquetaria y por disminución enzimática de la cascada de la coagulación y por lo tanto las pérdidas sanguíneas son más importantes durante la hipotermia, se ha observado también mayor incidencia en infección de la herida quirúrgica en un estudio realizado por Shmied y cols.^{17,18} Es muy importante mencionar que la morbilidad por presencia de eventos cardiológicos transoperatorios como son la presencia de angina inestable o isquemia en pacientes con enfermedad coronaria ya conocida se disminuye en hasta un 55% cuando se mantiene normotermia durante la anestesia, igualmente en pacientes severamente politraumatizados disminuye la mortalidad si son enérgicamente calentados durante cirugías de emergencia, esto probablemente es debido a que mantienen mejor pH arterial y a menos pérdidas sanguíneas.^{20-22,37,38}

Se ha visto que las alteraciones de la temperatura durante los primeros 30 minutos de la anestesia son difíciles de interpretar por lo cual a veces no es recomendable vigilarla y registrarla en procedimientos de corta duración.

Una situación que justifica totalmente vigilancia de la temperatura durante el transanestésico, es la posibilidad de presentarse «hipertermia maligna» que aunque su frecuencia es baja 1 en 50 000 a 1 en 100 000 anestесias en adultos y su incidencia varía en márgenes de 1 en 6,800 a 1 en 38 000, es fatal en el 65 al 75% llevando rápidamente a la muerte.^{10,23}

Instrumentación

La temperatura corporal es uno de los parámetros fisiológicos más conocidos. El sistema termorregulador mantiene la temperatura central corporal entre ± 0.2 grados centígrados de la «normal» que en el humano es de 37 grados Celsius. Frecuentemente, durante la anestesia, disminuye la temperatura debido a gran cantidad de factores ya mencionados y cuando esta disminución es menor a 36 grados centígrados se le llama hipotermia.^{11,34}

La temperatura corporal fue medida por primera vez por John Hunter en 1776 utilizando un termómetro de mercurio en cristal bajo la lengua; dicho instrumento aún se utiliza en la práctica clínica pero con poca utilidad durante en el transoperatorio. En la actualidad existen nuevos implementos para la medición de la temperatura corporal como son el uso de termistores o termocúpulas. En los primeros incluye una resistencia térmicamente sensible con elementos semiconductivos (metales pesados como magnesio, fierro, cinc, cobalto) en los cuales la resistencia eléctrica varía con la temperatura; en los segundos el voltaje es producido por una fuerza electromotriz (efecto de Seebeck) entre dos metales diferentes usualmente cobre y estaño o mezcla de cobre y níquel, de tal modo que la fuerza electromotriz generada es proporcional a la diferencia de temperatura entre las dos uniones. Otros aditamentos utilizados son los instrumentos de cristal líquido para medir la temperatura de la piel en un margen de 34 a 40 grados centígrados y por último la termometría por rayos infrarrojos emitida por un implemento que se coloca en un otoscopio que es introducido en el conducto auditivo externo y proporciona radiación por un segundo y entonces transfiere la información en cifras digitales a través de un microprocesador.^{1,24,25,29}

Los sitios más utilizados para la medición de la temperatura corporal incluyen la piel, nasofaringe, esófago, vejiga, recto, axila y membrana timpánica, pero los puntos donde se puede medir la temperatura central son el esófago, nasofaringe, membrana timpánica y arteria pulmonar, otros sitios como vejiga y recto se consideran intermedios y la piel como periférica.

La selección del lugar de medición dependerá del propósito de la misma, de la situación clínica, tipo de intervención quirúrgica, accesibilidad al punto de medición, tiempo de cirugía, edad y sexo del paciente. Cork y col. reportaron que la

mayor precisión y exactitud (conociendo como exactitud las más cercanas a la timpánica) se obtiene cuando la medición se realiza en la vejiga, nasofaringe y esófago, esta última muy similar a la temperatura miocárdica,³⁴ la axila, garganta y frente son menos exactas que las obtenidas en otros sitios.²⁶

Nasofaríngea. Este sitio refleja de manera indirecta la temperatura cerebral, particularmente si es cuidadosamente colocado el termistor por detrás del paladar blando, sin embargo la fuga o paso de aire a través del tubo endotraqueal puede alterar su exactitud, otro inconveniente es la posibilidad de epistaxis o sangrado de adenoides en niños.^{27,28}

Esofágica. La temperatura esofágica se encuentra afectada por la ventilación (especialmente cuando el termistor es colocado a la mitad o en la parte alta del esófago), en toracotomía, durante la transfusión de sangre o líquidos fríos los cuales enfrían el corazón y los grandes vasos. Se han reportado variaciones hasta de 1 a 6 grados centígrados dependiendo de la ubicación de la punta del termómetro dentro del esófago.^{20,21} Kauffman encontró que el sitio ideal dentro del esófago era cuando el termistor se colocaba entre 12 y 16 cm por debajo de donde se escuchan más claros los ruidos respiratorios y cardíacos.³¹

Sin embargo otros autores reportaron que el punto más preciso era cuando la punta queda a 45 cm de la nariz, es decir entre la aorta descendente y el corazón por arriba de las venas pulmonares, por otro lado Whitby y Dunkin observaron que las temperaturas obtenidas en el esófago bajo eran similares a la cerebral siempre en ausencia de infusiones de líquidos fríos o toracotomía.³²

Las contraindicaciones para medir la temperatura en el esófago son broncoscopías, esofagoscopias, laringoscopías y cierto tipo de procedimientos faciales u orales así como patología esofágica (várices, divertículo de Zenker etc).

Rectal. El recto se encuentra distante del sistema nervioso central y del corazón por lo tanto tiene poca significancia. Las posibilidades de medición errónea son muy altas debido a la presencia de bacterias productoras de calor, formación de gas por las heces y el retorno de sangre fría de las extremidades. Esta técnica está contraindicada en cirugía pélvica baja o de trasplante de órganos ante la posibilidad de infección en un paciente inmunosuprimido. Por otro lado debemos tener presente el riesgo de perforación durante la colocación del termistor particularmente en lactantes y niños preescolares. La temperatura rectal normal es de 36.9 a 37.7 grados centígrados.^{1,4,10}

Piel. La temperatura en la piel es más baja que la central, y el gradiente «piel-central» disminuye durante la anestesia general. Cualquier factor que modifique la conducción, convección y radiación térmica afecta la temperatura cutánea. Los sitios más utilizados son la frente y la axila siendo los márgenes normales 35.3 a 36.7 grados centígrados.²⁷ En la actualidad se utilizan termómetros de cristal líquido con un error de 0.5 o 2 grados centígrados dependiendo del sitio donde se coloquen.^{29,30}

Vejiga. Se han utilizado catéteres vesicales con termistor desde hace 10 años. Es un método de medición continua se-

guero y confiable porque su temperatura es 0.2 grados centígrados más alta que la rectal, 0.7 grados centígrados más que la esofágica y 3.5 más que la piel (dedo pulgar). Lilly observó una relación muy estrecha entre la temperatura de la vejiga y de la arteria pulmonar durante el recalentamiento en cirugía con circulación extracorpórea.^{9,33}

Timpánica. La eficacia y conveniencia de la temperatura timpánica ha sido documentada desde hace dos décadas. La correlación entre ésta y la cerebral es razonable debido a que la homeostasis térmica depende de la temperatura hipotalámica. Recordemos que al colocar el sensor termoelectrico próximo a la membrana timpánica estamos muy cerca de la arteria que aporta el mayor riego sanguíneo al cerebro que es la carótida interna, por otro lado esta membrana recibe flujo de la carótida externa incluyendo la maxilar interna y la auricular posterior.^{35,36} En la actualidad existen controversias en cuanto a su exactitud, pero se ha comparado con otros sitios como el esofágico en pacientes no anestesiados y anestesiados, concluyendo que la temperatura obtenida en este sitio refleja muy exactamente la central aun cuando la piel cabelluda y facial hayan sido enfriadas intencionalmente.³⁴ En la actualidad existen termómetros con rayos infrarrojos y se han efectuado estudios como los de Matsukawa que comparó cuatro tipos de estos aparatos y encontraron que el error en la lectura es debido a fallas en la técnica para efectuarla, por ejemplo la colocación exacta de la terminal, la angulación de la luz que debe ser a 60 grados, el mango del instrumento siguiendo la rama del maxilar y el tiempo entre dos lecturas que deberá hacerse en un tiempo no menor de dos minutos.³⁴

Esta vía de medición está indicada en cualquier procedimiento quirúrgico que no implique el abordaje del sitio donde se coloque la terminal, se piensa que puede ser factible aun para cirugías cortas (menos de 30 minutos). La incidencia de complicaciones se reporta en un 3%, siendo la más frecuente el sangrado del conducto auditivo externo, perforación timpánica y quemaduras.^{1,9}

Otros sitios. Durante el by-pass cardiopulmonar se registra la temperatura tanto de la sangre venosa como arterial de la bomba extracorpórea, a través del termómetro colocado en esta máquina. En ocasiones está indicado obtener temperatura del músculo ya que este órgano puede calentarse después de haber efectuado el enfriamiento extracorpóreo, o enfriarse rápidamente después del recalentamiento. La temperatura puede ser medida también por medio del catéter de flotación que tiene el termistor para medición del gasto cardíaco, por termodilución, sin embargo este sitio se encuentra afectado por la ventilación, por el uso de hipotermia pericárdica local y por soluciones cardioplégicas heladas.¹

Conclusiones

Durante la anestesia se alteran los mecanismos termorreguladores del cuerpo, produciendo principalmente hipotermia. Todos sabemos que la hipotermia tiene algunos efectos benéficos como es protección cerebral (hipotermia in-

tencionada), sin embargo cuando se presenta de manera no intencionada puede tener serias complicaciones transoperatorias como son acidosis metabólica, alteración de los sistemas enzimáticos de biotransformación de drogas, desviación de la curva de disociación de la hemoglobina a la izquierda entre otras, o postanestésicas inmediatas como en temblores de intensidad variable, aumento de consumo de oxígeno miocárdico, etc. En sentido contrario puede existir también la posibilidad de presentarse hipertermia maligna aun cuando no tengamos antecedentes que nos permitan sospecharla. La medición puede realizarse en diversos sitios siendo los más confiables en orden descendente: timpánica, vesical, nasofaríngea, rectal, cutánea y a través del catéter de flotación, cada una con sus diversas contraindicaciones y complicaciones, y así mismo la selección se hará dependiente del tipo de procedimiento a realizar, pero de preferencia debemos tratar de utilizar la vía timpánica ya que nos refleja con mayor proximidad la temperatura central. Por tales motivos, la vigilancia vigorosa, rigurosa y lo más exacta posible de la temperatura central debe efectuarse ante cualquier procedimiento anestésico por largo, corto, sencillo o complicado que sea.

Referencias

1. Carol LL. Clinical monitoring for anesthesia and critical care. *Stethoscopy and thermometry*. 2 ed. 1994: 474-489.
2. Mc Grew RE. *Encyclopedia of medical history*. New York: Mc Graw Hill, 1985; 64-69, 71-77, 126-127, 317-318.
3. Cushing H. Some principles of cerebral surgery. *JAMA* 1909; 52: 184.
4. Cooper JB, Newbower RS, Long CD, Mc Peeck B. Preventable anesthesia mishap. A study of human factors. *Anesthesiology* 1978; 49: 359-406.
5. Pastor L. Anestesia en cardiología. *Interamericana* 1989: 363-373.
6. Sessler D. Temperature regulation and anesthesia. *Annual Refresher Course Lectures* 1991; 243: 1-7.
7. Hall GM. Temperature and anesthesia. *Br J Anaesth* 1978; 50: 29-44.
8. Imrie MM, Hall GM. Body temperature and anesthesia. *Br J Anaesth* 1990; 64: 341-344.
9. Lily RB. Inadvertent hypothermia. *Refresher Course Lectures in Anesthesiology* 1986; 15: 93-107.
10. Vincent JC. Physiologic and pharmacologic bases of anesthesia. Temperature regulation and heat problems. *Williams and Wilkins* 1996: 316-344.
11. Vaughan MS, Vaughan RW, Cork RC. Postoperative hypothermia in adults: relationship of age, anesthesia and shivering to rewarming. *Anesth Analg* 1981; 60: 746-751.
12. Matsukawa T, Sessler DI, Christensen R, Ozaki M, Schroeder M. Heat flow and distribution during induction of general anesthesia. *Anesthesiology* 1995; 82: 662-673.
13. Matsukawa T, Sessler DI, Christensen R, Ozaki M, Schroeder M. Heat flow and distribution during epidural anesthesia. *Anesthesiology* 1995; 83: 961-967.
14. Frank SM, Beattie C, Christopherson S et al. Epidural versus general anesthesia ambient operating room temperature, and patient age as predictor. *Anesthesiology* 1992; 77: 252-257.
15. Kurz A, Plattner O, Sessler DI et al. The threshold for thermoregulatory vasoconstriction during nitrous oxide/isoflurane anesthesia is lower in elderly than in young patients. *Anesthesiology* 1993; 79: 465-469.
16. Sessler DI, Hynson J, Mc Guire J et al. Thermoregulatory vasoconstriction during isoflurane anesthesia minimally decrease heat loss. *Anesthesiology* 1992; 76: 670-675.
17. Sessler DI, Moayeri A, Stoen R et al. Thermoregulatory vasoconstriction decreases cutaneous heat loss. *Anesthesiology* 1990; 73: 656-660.
18. Just B, Trevien V, Delva E, Lienhart A. Prevention of intraoperative hypothermia by preoperative skin surface warming. *Anesthesiology* 1993; 79: 214-218.
19. Hynson JM, Sessler DI, Glosten B, Mc Guire J. Thermal balance and tremor patterns during epidural anesthesia. *Anesthesiology* 1991; 74: 680-690.
20. Jönsson K, Hunt TK, Mathes SJ. Oxygen as an isolated variable influences resistance to infection. *Ann Surg* 1988; 208: 783-787.
21. Kurz A, Sessler D, Lenhardt R. Perioperative normothermia to reduce the incidence of surgical-wound infection and shorten hospitalization. *N Engl J Med* 1996; 334: 1209-1215.
22. Frank S, Fleisher L, Breslow M, Higgins MO, Kelly S, Beattie C. Perioperative maintenance of normothermia reduce the incidence of morbid cardiac events a randomized clinical trial. *JAMA* 1997; 277: 1127-1134.
23. Stephen CR. Fulminant hyperthermia during anesthesia and surgery. *JAMA* 1967; 202: 178.
24. Vaughan MS, Cork RC, Vaughan RW. Inaccuracy of liquid crystal thermometry to identify core temperature trends in postoperative adults. *Anesth Analg* 1982; 39: 54-56.
25. Lees DE, Shuette W, Bull J et al. An evaluation of liquid crystal thermometry as a screening device for intraoperative hyperthermia. *Anesth Analg* 1978; 57: 669-674.
26. Cork RC, Vaughan RW, Humprey LS. Precision and accuracy of intraoperative temperature monitoring. *Anesth Analg* 1983; 62: 211-214.
27. Bissonnette B, Sessler DI, Laflamme P. Intraoperative temperature monitoring sites in infants and children and the effect of inspired gas warming on esophageal temperature. *Anesth Analg* 1989; 69: 192-196.
28. Glosten B, Sessler DI, Faure EAM, Steon R, Thisted RA, Karl L. Central temperature changes are not perceived during epidural anesthesia. *Anesthesiology* 1992; 77: 10-16.
29. Marsh M, Sessler DI. Failure of intraoperative liquid crystal temperature monitoring. *Anesth Analg* 1996; 82: 1102-1104.
30. Ikeda T, Sessler DI, Marder D, Xiong J. The influence of thermoregulatory vasomotion and ambient temperature variation on the accuracy of core-temperature estimates by cutaneous liquid crystal thermometers. *Anesthesiology* 1997; 86: 603-612.
31. Webb GE. Comparison of esophageal and tympanic temperature monitoring during cardiopulmonary by-pass. *Anesth Analg* 1973; 52: 729-733.
32. Kauffman RD. Relationship between esophageal temperature gradient and heart and lung sounds heard by esophageal stethoscope. *Anesth Analg* 1987; 66: 1046-1048.
33. Lilly JK, Boland JP, Zekan S. Urinary bladder temperature monitoring: A new index of body core temperature. *Crit Care Med* 1980; 8: 742-744.
34. Lenhardt R. Assessment of perioperative hypothermia. *Current Opinion in Anesthesiology* 1997; 10(6): 454-458.
35. Benzinger TH. Clinical temperature. *New physiological basis*. *JAMA* 1969; 209: 1200-1206.
36. Benzinger TH. Tympanic thermometry in surgery and anesthesia. *JAMA* 1969; 209: 1207-1211.
37. Jurkovich GJ, Greiser WB, Luteran A, Curreri PW. Hypothermia in trauma victims: an ominous predictor of survival. *J Trauma* 1987; 27: 1019-1024.
38. Tryba M, Leben J, Heuer L. Does active warming of severely injured trauma patients influence perioperative morbidity? (Abstract) *Anesthesiology* 1996; 85: (suppl 3A): A 283.