



Monitoreo de la Temperatura durante la Anestesia. ¿Es realmente necesario?

Dr. Lincoln de la Parte Pérez

Médico Anestesiólogo del Hospital San Borja Arriaran, Santiago de Chile.

Vol. 5, N. 3, Diciembre 2007

Resumen

La temperatura corporal debe ser monitoreada en todos los pacientes a los que se les realiza procedimientos quirúrgicos con el objetivo de detectar precozmente sus variaciones, así como las complicaciones que se presentan con las variaciones de esta, como son: fiebre, hipertermia maligna e hipotermia accidental y para el monitoreo de la hipertermia inducida. Se muestra una revisión de los factores que producen hipotermia durante el transoperatorio, así como la prevención y tratamiento de ella.

DeCS: MONITOREO; TEMPERATURA CORPORAL; ANESTESIA; FIEBRE; HIPOTERMIA; CUIDADOS INTRAOPERATORIOS; LACTANTE; NIÑO.

La temperatura corporal debe ser monitoreada en todos los niños a los que se les efectúan procedimientos quirúrgicos con el objetivo de detectar las variaciones de la temperatura y las complicaciones que esta provoca como son la fiebre, la hipertermia maligna, y la hipotermia accidental y, para el monitoreo de la hipotermia inducida. Las corrientes de aire frío, el contacto con las superficies frías de las mesas de operaciones, hacia las que se pierde calor por contacto y la temperatura ambiental generalmente baja por el aire acondicionado, influyen en el ambiente térmico de los niños. Los lactantes y especialmente los recién nacidos (RN) tienden a sufrir hipotermia en ambientes fríos y ello puede dar lugar a hipoglucemia, acidosis metabólica y la muerte. La pérdida de calor en los lactantes es rápida, por la elevada relación entre el peso y el área de superficie corporal, sobre todo en los RN de bajo peso, quienes son especialmente vulnerables. La pérdida de calor por evaporación (al mojarlo con las soluciones antisépticas) y las pérdidas por conducción contribuyen a la pérdida global, y provocan hipotermia incluso en ambientes razonablemente cálidos. De todo lo anterior se deduce que es obligatorio monitorear la temperatura durante los procedimientos quirúrgicos en pediatría, para evitar las complicaciones y poder obtener resultados. 1-4

Monitoreo de la temperatura

La temperatura puede ser monitoreada por diferentes métodos durante el perioperatorio. Los métodos utilizados con mayor frecuencia en nuestro medio son el termómetro de mercurio y mediante los termómetros electrónicos. Como mínimo deben medirse 2 temperaturas, una central (rectal, esofágica, nasal) y la periférica en la piel o dedos de las extremidades. 5

La temperatura normalmente fluctúa con el reposo y la actividad. La temperatura más baja se registra por la madrugada entre 4 y 5 de la mañana y la más alta entre 4 y 8 pm. Otros factores que influyen en la temperatura incluyen el sexo, la edad, el estado emocional, las enfermedades asociadas, los factores endocrinos, pirógenos, fármacos y el medio. La temperatura se regula dentro de un límite muy estrecho por el hipotálamo anterior, por lo que la temperatura corporal varía dentro de un pequeño rango entre 0,2 °C para una misma persona. Cuando se mueve por fuera de este estrecho margen, comienzan a activarse los mecanismos de compensación.

La temperatura del medio se registra por los receptores de frío y calor localizados en la piel y los órganos internos, y el envía hacia el hipotálamo, y entonces se desencadenan los mecanismos de compensación.

A continuación describiremos la técnica que se deberá utilizar en cada sitio de medición.

Sitios anatómicos de medición de la temperatura:

- Nasofaringe.
- Esófago.
- Recto.
- Boca.
- Dedos de las extremidades.
- Canal de oído (membrana timpánica).
- Vejiga.

Consideraciones especiales 1,5

La medición de la temperatura durante la anestesia debe realizarse siempre que sea posible utilizando las sondas para el registro de los cambios de temperaturas (thermistors) que se acoplan al termómetro electrónico, disponible en casi todos los monitores multiparámetros que utilizamos en nuestro medio. Estos termómetros son muy confiables, muestran un registro continuo de la temperatura y son seguros y muy fáciles de colocar. Si se va a tomar la temperatura rectal, nasal o esofágica, la sonda debe lubricarse para reducir la fricción y facilitar su inserción. Existen cubiertas desechables para las sondas rectales que disminuyen la contaminación y el tiempo de limpieza y desinfección de estas sondas.

El tiempo mínimo necesario para obtener una lectura adecuada varía con el sitio de medición, y se recomiendan los siguientes:

- Temperatura axilar y cutánea distal: 10 min.
- Temperatura oral, nasal y rectal: 2 min.

La sonda thermistor es un equipo semiconductor que varía su resistencia con los cambios de temperatura, la cual se registra por un equipo electrónico de medición (termómetro electrónico). Los monitores multiparámetros disponibles en nuestro medio tienen entradas para el registro de 1 a 2 temperaturas y poseen mecanismo de alarma. Existen además en los servicios de anestesia cardiovascular, termómetros de 4 y 6 entradas, para registros múltiple de temperaturas.

La temperatura bucal oscila normalmente entre 36,1 y los 37,5 °C, la rectal es habitualmente un poco más alta y la axilar, que es la menos exacta de todas, registra valores menores (0,6 a 1,1 °C de menos).

Para medir la temperatura bucal el termómetro debe colocarse debajo de la lengua, a un lado del frenillo, tan lejos hacia atrás como sea posible. Colocando la punta en esa área facilita el contacto con la abundante vascularización de esa zona y nos ofrece un registro más confiable. El paciente despierto debe instruirse en cerrar los labios, pero no morder el termómetro con los dientes. Deje el termómetro por lo menos 2 minutos antes de realizar la lectura. La ingestión de líquidos fríos o calientes, masticar chicles o fumar alteran significativamente los resultados. Espere 15 min. después de realizar esas actividades antes de tomar la temperatura.

La temperatura nasal es muy útil, pues nos indica como está la temperatura del cerebro (hipotálamo) porque la sonda la medición se encuentra colocada cerca del alto flujo sanguíneo que existe dentro de la nariz y su monitoreo se considera de gran valor en las operaciones neuroquirúrgicas y cardiovasculares. La sonda debe colocarse detrás del paladar blando. Su registro es generalmente muy exacto y nos refleja, además, cómo está la temperatura en el centro del cuerpo. El resultado se afecta si existe fuga importante de gases en la vía aérea.

La temperatura rectal se correlaciona bien con las temperaturas esofágica y nasal, y refleja cómo está la temperatura del centro del cuerpo. Su medición está contraindicada en pacientes con diarreas o cirugía reciente rectal o prostática. Debemos recordar que su valor es normalmente un poco mayor que la temperatura axilar. El termómetro se inserta de media a una pulgada en los niños y una pulgada y media en los adultos. El termómetro se dirige suavemente hacia el ombligo, maniobra que impide la rotura de este y evita el dolor. Esta maniobra facilita la lectura de la temperatura del plexo hemorroidal en lugar de las heces fecales. El termómetro se deja de 2 a 3 min.

La temperatura esofágica refleja como está la temperatura del centro del cuerpo y el corazón y se mide al introducir la sonda hasta el tercio inferior del esófago. Se afecta por los líquidos y el hielo picado que se utilizan en las operaciones cardiovasculares.

La temperatura distal registrada en la piel de los dedos de las extremidades (habitualmente las inferiores) es de gran valor para compararla con la central y determinar el gradiente térmico (valor normal menos de 5 °C de diferencia).

Para tomar la temperatura en la axila, ésta debe estar seca, pero al secar el área axilar se debe evitar la fricción a causa de la producción de calor que este procedimiento provoca. El termómetro se coloca con la punta hacia la cabeza del paciente y el brazo debe colocarse contra el tórax, tratando de tocar el hombro opuesto con la mano. El termómetro de mercurio debe mantenerse durante 10 minutos para un registro exacto, ya que no se encuentra dentro de una cavidad.

Los termómetros electrónicos habitualmente traen una sonda de medición específica para medir cada una de las temperaturas.

Mecanismos compensadores

Existen múltiples mecanismos compensadores en el organismo. Dentro de estos se hallan las anastomosis arteriovenosas que se encuentran en los dedos y en la nariz, mediante los que puede garantizarse la pérdida o preservación del calor corporal. Cuando la temperatura corporal aumenta, los vasos periféricos se dilatan, lo que unido al sudor garantizan la pérdida de calor. Durante la exposición a un ambiente frío, el primer mecanismo compensatorio es la vasoconstricción, seguida de la producción de calor por escalofríos y provocada por la termogénesis que en los adultos está mediada por la actividad tiroidea y en los recién nacidos y lactantes menores de 6 meses mediante la termogénesis en la grasa parda. 2

En la contracción de los músculos esqueléticos que se producen en los escalofríos constituye el otro mecanismo compensador contra el frío. Este mecanismo aumenta el trabajo de los sistemas cardiovascular y respiratorio, con un aumento significativo del consumo de oxígeno que puede llegar hasta un 400 %. Se produce vasoconstricción con un aumento de la resistencia vascular periférica y acidosis metabólica. Este mecanismo se presenta solo en adulto y niños mayores y está abolido durante la anestesia con relajantes musculares. 4

La mayoría de los pacientes presentan escalofríos cuando la temperatura desciende a 34 °C, pero en algunos se presentan aun con una pequeña disminución de la temperatura corporal (36 °C). Los escalofríos favorecen complicaciones tales como el aumento del sangramiento posoperatorio y la dehiscencia de las suturas, aumento de la presión intraocular e intracraneana.

Los RN por su parte, responden al enfriamiento mediante una descarga de noradrenalina mediada por los nervios simpáticos de la "grasa parda". Este tejido altamente especializado del RN, localizado en la nuca, entre las escápulas y alrededor de los riñones y glándulas suprarrenales, posee una rica inervación simpática y un gran flujo sanguíneo y, responde al frío con una lipólisis seguida de oxidación o rresterificación de los ácidos grasos liberados. Mediante un mecanismo de las mitocondrias, único en su tipo, aumenta la producción de energía (ATP) y estimula el consumo de oxígeno, para aumentar la producción de calor. Estas reacciones producen calor localmente, y un porte rico en sangre a la grasa parda ayuda a transferir el calor producido al resto del cuerpo del RN. Esta reacción puede incrementar al doble a al triple la tasa metabólica y las necesidades de oxígeno. Dado que las necesidades de O₂ del RN (tasa metabólica) aumentan con el estrés por frío, la hipotermia produce un aumento del metabolismo, y constituye una sobrecarga importante sobre sus sistema cardiorrespiratorio, que excede quizás su capacidad de compensación. El lactante desarrolla entonces acidosis metabólica, hipoxia hística, fallo respiratoria y apnea. Se ha señalado que puede producir lesión neurológica en los RN con insuficiencia respiratoria. 2,6

Se comprende fácilmente que los mecanismos de compensación contra el frío implican una sobrecarga metabólica para nuestros pacientes. De forma general se necesita aumentar la producción de energía (más del 10 %) y lógicamente el consumo de alimentos energéticos. Normalmente las personas aumentan la ingestión de alimentos en el frío. La producción de calor se logra mejor a partir de las proteínas, las cuales poseen un efecto térmico del 30-40 %, para un 6-9 % los carbohidratos y las grasas 0-2 %. Desde el punto de vista de la producción de calor las grasas y los lípidos carecen de valor. 2,7

Regulación de la temperatura durante la anestesia

La anestesia general bloquea la respuesta normal al enfriamiento y la temperatura corporal cae rápidamente. 2,6 Los mecanismos de regulación normales no se activan durante la anestesia general hasta que la temperatura disminuye de 2 a 3 °C. Esta variación se produce porque los agentes anestésicos disminuyen el metabolismo y la producción de energía y calor. Este efecto negativo sobre el control de la temperatura se agrava por la vasodilatación periférica que se produce durante la anestesia general. Los agentes anestésicos generales intravenosos y los inhalatorios disminuyen la producción y aumentan las pérdidas de calor, y disminuyen la temperatura corporal durante la anestesia. Disminuyen, además, el mecanismo de producción de calor por oxidación de la grasa parda. 2,8,9 Todos los anestésicos generales disminuyen los escalofríos que quedan abolidos con la relajación muscular.

El primer mecanismo compensador contra el descenso de la temperatura producida durante la anestesia es la vasoconstricción y se inicia cuando la temperatura corporal ha descendido 2 °C.

La anestesia regional espinal y peridural producen bloqueo simpático con vasodilatación y pérdida de temperatura. Se inhibe además el mecanismo de los escalofríos en el área bloqueada. 2 La anestesia regional combinada con general produce una pérdida mayor de temperatura que la que se produce con la anestesia general sola.

Los recién nacidos y los ancianos son los pacientes con mayor riesgo de desarrollar hipotermia durante

la anestesia. 1-4 Los recién nacidos y especialmente los prematuros son muy propensos a desarrollar hipotermia, por la pérdida de temperatura a causa de la relativamente grande superficie corporal con relación a su peso y poca cantidad de grasa subcutánea, con una piel delgada y bien perfundida. La producción de temperatura mediante la oxidación de la grasa parda es inhibida por los anestésicos generales. 6,8,9

En los ancianos hay una menor masa muscular y el tono está disminuido, y resulta en una producción disminuida de calor. Otros pacientes en riesgo de desarrollar hipotermia son los quemados, los que padecen hipotiroidismo y los que sufren de insuficiencia adrenocortical.

Etiología de la hipotermia durante la anestesia 2,4

1. Temperatura ambiente del salón menor de 21 °C.
2. Líquidos intravenosos a temperatura ambiente.
3. Soluciones de irrigación frías.
4. Pérdida de calor por las vías aéreas
5. Metabolismo basal disminuido.
6. Vasodilatación producida por los agentes anestésicos.
7. Eliminación de los mecanismos compensadores por los anestésicos.

Medidas para prevenir la hipotermia durante la anestesia 1,2,4,6

1. Transportar a los RN y lactantes en incubadoras y cunas precalentadas y cubrirlos adecuadamente para evitar el enfriamiento.
2. El salón de operaciones debe ser precalentado y mantener la temperatura por encima de los 22 °C.
3. Manta regulada a 37 °C.
4. Calentar todas las soluciones intravenosas.
5. Calentar las soluciones de irrigación intracavitarias.
6. Humectar y calentar los gases anestésicos.
7. Utilizar circuitos de bajo flujo.

Consecuencias de la hipotermia 1,2,4

1. Susceptibilidad aumentada a las infecciones.
2. Trastornos de la coagulación sanguínea. Aumento de la viscosidad sanguínea.
3. Demora en el metabolismo de los fármacos administrados.
4. Disminución de la necesidad de anestésicos.
5. Disminución de la producción de dióxido de carbono.
6. Escalofríos (aumento del consumo de oxígeno y sobrecarga sobre los sistemas cardiorrespiratorio).
7. Arritmias cardíacas.
8. Vasoconstricción.
9. Acidosis metabólica.
10. Depresión respiratoria y apnea.

La hipotermia produce efectos beneficiosos como son la disminución del consumo de oxígeno, que disminuye de 7 a 8 % por cada grado centígrado. La hipotermia disminuye el metabolismo de los órganos vitales, incluido el metabolismo del corazón, que se ve protegido de esta forma. El efecto de la hipotermia sobre el corazón está relacionado con la edad. En el corazón del recién nacido la hipotermia ofrece mayor protección que en los niños mayores. 1 El uso de la hipotermia como método de protección miocárdica se utiliza con excelentes resultados en la cirugía de los defectos congénitos del corazón en nuestro Cardiocentro pediátrico desde hace 16 años.

Se ha comprobado que la hipotermia disminuye la capacidad fagocítica de los leucocitos y facilita la infección. 2 La hipotermia produce vasoconstricción periférica, aumento de la resistencia vascular

periférica, estimulación simpática y escalofríos. Los escalofríos asociados a la hipotermia producen un desbalance entre el aporte de oxígeno al organismo y las necesidades metabólicas aumentadas por las contracciones musculares, con una disminución significativa de la oxigenación de los tejidos. Las funciones hepáticas y renales se encuentran también disminuidas. Los mecanismos de la coagulación se afectan con la hipotermia, y se observan una disminución de los factores de la coagulación, incremento de la agregación plaquetaria y aumento de la fibrinólisis. Un aspecto importante que se debe considerar es que disminuye la necesidad de agentes anestésicos durante la hipotermia, por lo que deben evitarse agentes con vida media plasmática prolongada. Los escalofríos desaparecen espontáneamente cuando la temperatura desciende por debajo de los 32 °C. 1,4

Se conoce que la hipercapnia predispone a las arritmias cardíacas y al paro cardíaco cuando la temperatura se encuentra entre 27-30 °C. Una complicación asociada a la hipotermia menor de 30 °C es la fibrilación ventricular. Pueden presentarse arritmias fatales con temperaturas mayores de 30 ° si hay hipoxia mantenida o enfermedad cardíaca. Cuando se mantiene una oxigenación adecuada y el pH se mantiene dentro de parámetros normales, disminuye significativamente la incidencia de arritmias por enfriamiento, pero no se eliminan. 1

Tratamiento de la hipotermia accidental durante la anestesia

1. Elevar progresivamente la temperatura de la manta. Evitar una diferencia mayor de 10 °C entre la manta y la piel del paciente, para evitar lesiones en la piel.
2. Utilizar soluciones intravenosas tibias.
3. Apagar el aire acondicionado.
4. Vasodilatar. El empleo de vasodilatadores parenterales favorece el recalentamiento.

Tanto la hipotermia accidental como la hipertermia son perjudiciales para los pacientes sometidos a anestesia y deben prevenirse y tratarse enérgicamente tan pronto como se diagnostiquen. Para lograr lo anterior se impone una vigilancia y control de la temperatura durante todo el período trans y posoperatorio. El objetivo de este modesto trabajo es motivar a los integrantes de los equipos quirúrgicos de nuestros hospitales pediátricos, a extremar la vigilancia y el control de la temperatura durante los procedimientos quirúrgicos, a fin de obtener aún mejores resultados.

Summary

Body temperature should be monitored in all patients undergoing surgical procedures in order to detect its variations early, as well as the complications appearing with them, such as malignant hyperthermia and accidental hypothermia and for monitoring induced hyperthermia. A review of the factors producing hypothermia during the transoperative is made. Its prevention and treatment are also dealt with.

Subject Headings: MONITORING; BODY TEMPERATURE; ANESTHESIA; FEVER; HYPOTHERMIA; INTRAOPERATIVE CARE; INFANT; CHILD.

Referencias bibliográficas

1. Lake CL. *Pediatric cardiac anesthesia*. 2 ed. Norwalk: Ed. Appleton & Lange; 1993:110.
2. Lindahl S. *Perioperative temperature regulation*. IARS 2002 Selected Review Course Lectures. CD-ROM.
3. Bissonnette B. *Temperature monitoring in pediatric anesthesia* *Intensive Anesth Clin* 1992;30:63-72.
4. Barash PG. *Handbook of clinical anesthesia*. New York: Ed. JB. Lippincott; 1991:72.
5. Loeb S. *Manual of bedside monitoring*. Pennsylvania: Ed. Springhouse; 1994:3.
6. Steward DJ. *Problems and solutions in the anesthetic management of the premature child*. *American Society of Anesthesiologist* 1996. *Annual Refresher Course Lectures*. New Orleans: Ed. Lippincott & Raven; 1996:151.
7. Beers MH. *El Manual Merck de Diagnóstico y Tratamiento*. 10 ed. en español. Madrid: Ed. Harcourt; 1999.

8. Ohlson KBE, Mohell N, Cannon B. Thermogenesis in brown adipocytes is inhibited by volatile anesthetic agents. A factor contributing to hypothermia in infants? *Anesthesiology* 1994;81:176-83.
9. Dicker A, Ohlson A, Johnson L. Halothane selectively inhibits nonshivering thermogenesis. *Anesthesiology* 1995;82:491-501.

