

103
11202

HOSPITAL ESPAÑOL DE MÉXICO.

SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA.



HIPOTERMIA EN EL PERÍODO PERIOPERATORIO.

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
ANESTESIOLOGÍA**

PRESENTAN:

DR. JOSÉ LUIS REYES CEDAÑO.

DRA. WINNIE GIL WILLY.

ASESOR DE TESIS:

DR. FERNANDO CANO OLIVER.

MÉXICO, DISTRITO FEDERAL. 2003

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

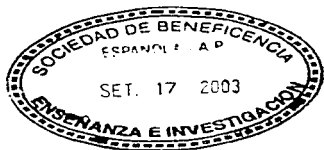
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

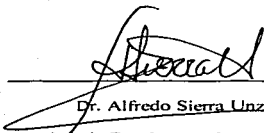
**TESIS
CON
FALLA DE
ORIGEN**

PAGINACION

DISCONTINUA

Firmas de validación y reconocimiento del documento.



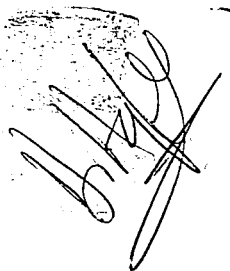


Dr. Alfredo Sierra Unzueta

Jefe de Enseñanza e Investigación.




Dr. Randolpho Balcazar Romero
Profesor Titular del Curso de Anestesiología.

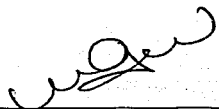




Dr. Fernando Cano Oliver.
Asesor de Tesis.



Dr. José Luis Reyes Cedeño.
Autor



Dra. Winnie Gil Willy.
Autor

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

" A los Hombres y Mujeres verdaderos que en lenguas y caminos diferentes, creen
en un futuro más humano y luchan por conseguirlo.....

.....No temas caminar despacio, ten solo miedo a detenerte."

Luis Eduardo Aute

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la
UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el
contenido de mi trabajo intelectual.
NOMBRE: JOSE LUIS REYES
CEDEÑO
FECHA: 4/NOVIEMBRE/2003
FIRMA: [Firma]

I

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES Y A MIS HERMANOS. Por su cariño y apoyo en todos los aspectos de mi vida.

A la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO Y EL HOSPITAL ESPAÑOL DE MEXICO, instituciones que forjaron mi vida profesional.

A mis grandes maestros, Dr. Alberto Odor (q.e.p.d), al Dr. Randolph Balcazar, por su gran dedicación y labor académica, siempre preocupados por formar médicos comprometidos con la especialidad de Anestesiología. Muy especialmente al Dr. Fernando Cano, por su enorme confianza, así como su apoyo y comprensión, en mi desarrollo personal y profesional.

A TODOS mis Amigos, Anestesiólogos, Residentes de Anestesiología, que han estado presentes todos estos años, que han sido influencia y han compartido mi evolución como anestesiólogo, así como para los que me han permitido ser una influencia para ellos. Por su imprescindible amistad, a la Dra. Angela Eguia, Dra. Coppelía Velez, Dr. Rogelio Galicia, Dr. Enrique Negrete, Dr. Gustavo Méndez, Dra. Sandra Lara, Dra. Angélica Lopez, Dra. Ma Belén Moscoso, Dr. Arturo Acevedo, Dr. Ignacio Zafra, Dra. Winnie Gil.

Un AGRADECIMIENTO muy especial para todos y cada uno de mis pacientes que han puesto su salud y su vida en mis manos.



Hipotermia en el Período Perioperatorio.

Objetivos.

- 1.- Hacer una revisión exhaustiva de las causas de pérdida de calor durante el período perioperatorio.
- 2.- Revisar y entender las complicaciones que ocurren como resultado de la hipotermia perioperatoria.
- 3.- Desarrollar estrategias para la prevención de la pérdida transquirúrgica de calor corporal.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TABLA DE CONTENIDO

HIPOTERMIA EN EL PERÍODO PERIOPERATORIO.....	1
OBJETIVOS	1
INTRODUCCIÓN.....	1
GENERALIDADES.....	3
HIPOTERMIA	5
SIGNOS CLÍNICOS.....	5
CONSECUENCIAS.....	5
<i>Fisiopatología de la hipotermia.....</i>	<i>7</i>
<i>Termorregulación Corporal Normal.....</i>	<i>9</i>
ANESTESIA GENERAL.....	13
<i>Termorregulación.....</i>	<i>13</i>
<i>Equilibrio de la temperatura.....</i>	<i>15</i>
ANESTESIA REGIONAL	18
<i>Termorregulación.....</i>	<i>18</i>
<i>Equilibrio térmico y calofrío.....</i>	<i>20</i>
CONSECUENCIAS Y TRATAMIENTO DE LA HIPOTERMIA.....	22
<i>Consecuencias de la hipotermia perioperatoria.....</i>	<i>26</i>
MONITORIZACION DE LA TEMPERATURA.....	34
<i>Temperatura central.....</i>	<i>37</i>
<i>Temperatura periférica.....</i>	<i>41</i>
TRATAMIENTO Y PREVENCIÓN DE LA HIPOTERMIA TRANSQUIRÚRGICA.....	43
<i>Métodos de calentamiento.....</i>	<i>46</i>
CONCLUSIONES.....	57
RECOMENDACIONES.....	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

✓

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Introducción.

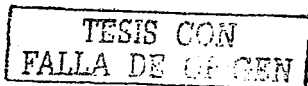
El sistema termorregulador humano generalmente mantiene una temperatura central cercana a los 37°C.

Los mamíferos necesitamos mantener una temperatura interna constante. Si ésta se desvía sustancialmente de lo normal, las funciones metabólicas se deterioran.

El valor clínico de la temperatura fue descubierto en 1646 por Santorio, pero pasaron más de dos siglos, antes de que la temperatura corporal fuera reconocida por Wunderlich como un parámetro clínico de importancia. No se estandarizó la monitorización de la temperatura corporal en anestesia, hasta mediados de los 60's; cuando se observaron los primeros casos de hipertermia maligna.¹

Actualmente la monitorización perioperatoria de la temperatura está incluida dentro de los estándares mínimos de monitorización establecidos por la Sociedad Americana de Anestesiólogos (ASA, por sus siglas en inglés).

Curley define la normotermia como una temperatura central de $36.6 \pm 0.38^{\circ}\text{C}$.² La elevación por encima de esta cifra se considera hipertermia; importante entender el concepto por el riesgo de hipertermia maligna transanestésica, que es un trastorno agudo potencialmente mortal en el cual de manera inesperada los músculos esqueléticos aumentan su tasa metabólica. Esto aumenta el consumo de oxígeno por arriba del aporte y da lugar a



un incremento en la producción de dióxido de carbono (CO_2), lactato y calor, acidosis respiratoria y metabólica, rigidez muscular, estimulación simpática y un incremento en la permeabilidad celular.³ La hipoxia tisular en la hipotermia maligna se debe a dos factores: el consumo metabólico excesivo de oxígeno y el desplazamiento de la curva de disociación de la hemoglobina a la derecha, que hace que se requiera una presión arterial de oxígeno mayor para que la hemoglobina fije una cantidad dada de oxígeno.⁴

Se aplica el término de hipotermia al descenso de la temperatura del cuerpo humano por debajo de los 35°C .⁵

La hipotermia perioperatoria (HP) es común debido a la inhibición de los mecanismos termorreguladores por efecto de la anestesia administrada, y por la exposición del paciente al ambiente frío del quirófano. La HP genera numerosas complicaciones, incluyendo coagulopatías, mayor mortalidad perioperatoria de origen cardiovascular y mayor riesgo de infección de la herida quirúrgica.

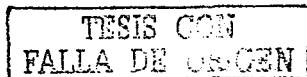
Generalidades.

Los mensajes aferentes de frío y calor son recogidos por las células sensitivas que se ubican en el cuerpo, principalmente en la piel, cerebro, médula espinal y algunos tejidos centrales. La información de frío es transmitida vía fibras A delta y los de calor por fibras C (amielínicas) que son también las responsables de transmitir el dolor. Estas aferencias térmicas son transmitidas por el tracto espinotalámico hasta el hipotálamo, donde se procesan y comparan con los umbrales de temperatura, para así clasificarlos en frío y calor.⁶

La temperatura promedio o resultante que es comparada con el umbral, se conoce como la temperatura corporal media (TCM).

La hipotermia se puede clasificar en varias categorías, dependiendo de la temperatura central alcanzada (Tabla No. 1)⁷

Es más probable que se presente en ancianos o en personas con ciertos padecimientos o causas predisponentes (Tabla No. 2). Los ancianos son propensos a la hipotermia incluso cuando no están enfermos, porque en ellos disminuye la capacidad de regular la temperatura corporal, así como la conciencia al frío.⁵ Los niños se enfrían más rápidamente debido a que su área corporal total es mucho mayor que su tasa metabólica. El recalentamiento es la suma de la transferencia cutánea de calor y la tasa metabólica dividido entre la masa corporal. Así que, a pesar de que los niños se enfrían más



rápidamente, por lo pequeño de su cuerpo también se recuperan de la hipotermia entre dos y tres veces más rápido que los adultos.⁸ Por consiguiente, los ancianos además de mayor riesgo de padecer hipotermia, también tienen peor pronóstico, pues la recuperación de la temperatura en ellos será mucho más lenta, por la suma de dos factores: gran área corporal a recalentar y baja tasa metabólica debido a la avanzada edad.

Algunas enfermedades mentales y lesiones del sistema nervioso central afectan el centro termorregulador hipotalámico, pacientes que las padecen tienen mayor riesgo de sufrir hipotermia.

Las lesiones en la médula espinal causan la pérdida del control vasomotor cutáneo, uno de los principales mecanismos que regulan la conservación del calor.

Los estudios indican que los pacientes diabéticos con neuropatía autonómica cursan con mayor hipotermia transoperatoria que aquellos pacientes diabéticos que no han desarrollado neuropatía. Probablemente, la explicación de éste fenómeno es que a consecuencia de la neuropatía del diabético se retrasa la respuesta vasopresora autonómica al frío, y cuando finalmente se obtiene, ésta es de menor calidad que en los pacientes diabéticos sin neuropatía. En consecuencia, estos pacientes no consiguen alcanzar la fase de equilibrio térmico (Plateau) de la normal evolución de la hipotermia.⁹

El mixedema es el trastorno endocrino que más comúnmente aparece acompañado de hipotermia. El alcohol también deprime la termorregulación, ya que reduce el calofrío y causa vasodilatación.

4

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla No. 1 Clasificación de la hipotermia.

Hipotermia	Signos clínicos	Consecuencias
Normal 36-37°C	Normal	Sin consecuencia.
Inicial 35-36°C	Vasoconstricción, calofríos. Puede haber confusión, taquicardia, hipertensión y polipnea.	Sin consecuencias, excepto que haya enfermedad asociada.
Moderada 32-35°C	Vasoconstricción, calofríos, confusión, desorientación. Presión arterial y FC aumentadas, ondas T de Osborn; diuresis fría e hiperglicemia.	Sin consecuencias, excepto que haya enfermedad asociada.
Mediana 28-32°C	Rigidez muscular, mecanismos compensatorios (calofríos) ausentes. Más somnoliento. Presión arterial y FC disminuidas. Ileo y arritmias cardíacas.	Mortalidad de hasta el 25%
Severa 17-28°C	Coma reflejos de tono ausentes. Hipotensión. Fibrilación ventricular o gran inestabilidad cardiovascular. Respiración agónica o apnea.	Mortalidad del 25-80%
Profunda 4-17°C	Coma; EEG isoeléctrico; apnea, colapso cardiovascular; coagulación intravascular diseminada.	Mortalidad mayor al 80%

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla No. 2 Factores que predisponen a la hipotermia

<p>Estados patológicos del SNC</p> <ul style="list-style-type: none">• Evento vascular cerebral.• Neoplasias cerebrales.• Fracturas de la base del cráneo.• Lesión espinal (por encima del nivel medular T1)
<p>Trastornos mentales.</p> <ul style="list-style-type: none">• Demencia senil.• Anorexia nerviosa.
<p>Trastornos endocrinos.</p> <ul style="list-style-type: none">• Hipotiroidismo.• Hipopituitarismo.• Hipoglicemia.• Insuficiencia adrenal.• Alcoholismo.
<p>Fármacos.</p> <ul style="list-style-type: none">• Barbitúricos.• Fenotiacina.• Anestésicos.

<p>Metabólicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> •Hipoglicemia. •Uremia. •Diabetes Mellitus. •Shock. •Sepsis.
<p>Exposición.</p> <ul style="list-style-type: none"> •Ambiente frío y húmedo. •Inmersión.
<p>Edad.</p> <ul style="list-style-type: none"> •Menores de 5 años. •Mayores de 60 años.

Fisiopatología de la hipotermia.

El control de la pérdida de calor se realiza en gran medida por la constricción de los vasos sanguíneos cutáneos. Ello reduce la cantidad de calor que se pierde por la piel, pérdida que se produce por radiación, convección y conducción, (ver Tabla No. 3) y que aumenta notablemente con el viento y la humedad. A medida que disminuye la temperatura corporal, el metabolismo se reduce. En el paciente despierto las primeras manifestaciones clínicas de la hipotermia son en el sistema nervioso central, donde el flujo

cerebral disminuye 6% por cada grado centígrado que la temperatura desciende. A los 32°C aparecen dificultades en el razonamiento, así como confusión. A los 30°C los reflejos desaparecen y las pupilas quedan fijas en midriasis. El coma aparece a los 26°C y el electroencefalograma es plano a los 20°C. Sin embargo estos cambios son reversibles.

Tabla No. 3. Mecanismos de pérdida de Calor.

Radiación:	La piel irradia calor hacia el medio ambiente. A mayor diferencia de temperatura (ambiente frío) habrá mayor transferencia de calor. Por éste mecanismo se pierde el 52% del calor.
Conducción:	Es la pérdida de calor por contacto. Va a depender de la temperatura de la sustancia en contacto y de su capacidad conductora. Así, el metal y el agua transfieren 50 veces más calor que el aire.
Convección:	Es una forma especial de conducción que se refiere al movimiento de aire. A mayor velocidad del aire, mayor transferencia de calor. Al aumentar la velocidad del aire el choque de partículas por unidad de tiempo y superficie es mayor, acelerando la transferencia de energía, de mayor a menor temperatura. El aire caliente forzado utiliza este mecanismo. Es el responsable de la pérdida del 15% del calor.
Evaporación:	Tiene 2 componentes, piel y respiración. Este mecanismo influye más en los lactantes, recién nacido y prematuros, por su gran superficie de piel. En cirugías con exposición visceral puede aumentar de forma considerable la pérdida de temperatura. Es responsable de un 30% de la pérdida de calor.

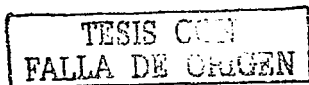
Durante la hipotermia el electrocardiograma muestra prolongación en todos los intervalos de la conducción; es común la fibrilación auricular, entre otras arritmias. Cuando la temperatura desciende a 25°C se observa la onda J o de Osborn.

Los gases arteriales se modifican de acuerdo con la temperatura: por cada grado centígrado menos, la PaO₂ desciende un 7.2%, la PaCO₂ un 4.4% y el pH aumenta 0.015.

Termorregulación Corporal Normal.

En condiciones normales la temperatura del cuerpo humano es controlada con un rango de $\pm 0.4^{\circ}\text{C}$ de su valor normal (37°C), condición fundamental para mantener un metabolismo celular normal. En el cerebro se encuentra el centro termorregulador, en neuronas preópticas y en áreas hipotalámicas, integrando la información externa e interna de la temperatura, operando con un sistema de retroalimentación negativo.

El proceso de la información termorreguladora tiene 3 componentes: estímulo térmico aferente, la regulación central y la respuesta eferente. Juntos, los tres, trabajan para mantener la temperatura corporal normal. La temperatura central puede ser medida con precisión en la arteria pulmonar, membrana timpánica, esófago distal o nasofaringe.¹⁰ Con fines clínicos la temperatura también puede ser estimada adecuadamente midiéndola en cavidad oral, axila, recto y en vejiga.



Hay receptores para frío y calor ampliamente distribuidos por todo el cuerpo. Las señales de frío son conducidas a través de fibras A delta y las de calor a través de fibras C amielínicas, como se mencionó con anterioridad. El estímulo térmico, después de ser integrado en varios niveles de la médula espinal y del sistema nervioso central, llega al hipotálamo, que es el centro termorregulador principal del mamífero,¹¹ responsable, aproximadamente del 80% del control termorregulador del organismo. El otro 20% del control termorregulador es llevado a cabo a través de la piel, la cavidad abdominal, tejidos torácicos, médula espinal y algunas porciones del cerebro diferentes del hipotálamo, todo esto por un mecanismo autónomo.^{12,13}

Cada respuesta termorreguladora consta de 3 elementos: el umbral, la ganancia y la respuesta máxima. El umbral es la temperatura central capaz de desencadenar una respuesta termorreguladora. El análogo del umbral en un sistema de calefacción casero automático, resultaría la temperatura a la cual se activa el calefactor, según la programación del mismo. La ganancia es la capacidad del organismo de generar el calor necesario para mantener la temperatura central constante. En el sistema de calefacción casero automático, su analogía sería, el sistema automático con el que el calefactor aumenta la temperatura del aire que emite, de forma inversamente proporcional a como disminuye la temperatura ambiental. Continuando con la analogía, la respuesta máxima, es la capacidad máxima de calentamiento del calefactor. En el cuerpo humano variaciones de aproximadamente 1°C se dan con el ciclo circadiano, y de aproximadamente 0.5°C con el ciclo menstrual.¹⁴

El umbral de respuesta al calor (sudoración y vasodilatación) normalmente excede al umbral de respuesta al frío (vasoconstricción) por solo 0.2°C. Por definición, las temperaturas iniciales a las cuales se desencadena respuesta al calor y al frío caen dentro del rango interumbral. De tal manera, que temperaturas dentro de este rango no generan respuesta termorreguladora alguna. Temperaturas mayores o menores a éste rango interumbral, sí generarían respuesta termorreguladora. El sistema termorregulador generalmente mantiene la temperatura central aproximadamente a 0.2°C del valor umbral.¹⁵ La precisión de éste sistema termorregulador normalmente es similar en hombres y mujeres,¹⁵ y en ambos sexos suele disminuir con la edad.¹⁶

Respuestas Eferentes.

Cambios en el comportamiento son la respuesta termorreguladora más efectiva en el paciente despierto; de hecho estos cambios en el comportamiento son los que permiten al ser humano vivir y tabajar en ambientes extremos. Los cambios en el comportamiento humano son causados por la incomodidad que le causa la temperatura ambiente e incluyen respuestas como abrigarse, cerrar ventanas y encender calefactores.

La respuesta autonómica contra el calor consiste en sudoración y vasodilatación cutánea. La sudoración es mediada por nervios colinérgicos postganglionares con terminaciones ampliamente distribuidas en las glándulas sudoríparas. El sudor es un ultrafiltrado del plasma y su composición depende de la tasa de sudoración, del estado de hidratación y de muchos otros factores. La tasa de sudoración en el adulto es de 0.5 litro por hora y es dos a tres veces mayor en atletas de alto rendimiento.¹⁷ Cada gramo de

sudor evaporado consume 584 calorías. De tal manera, sudar puede fácilmente eliminar varias veces el calor producido por el metabolismo basal, en un ambiente húmedo. La eficacia de la sudoración es aumentada por la vasodilatación termorreguladora, que aumenta enormemente el flujo sanguíneo cutáneo y favorece así, la disipación del calor al ambiente.¹⁸

La vasoconstricción termorreguladora ocurre primariamente en los cortocircuitos arterio-venosos de los dedos y los ortijos. El control central de estos cortocircuitos es mediado por receptores α_1 -adrenérgicos,¹⁹ pero la vasoconstricción se sinergisa por la hipotermia local, mediado este estímulo, por receptores α_2 -adrenérgicos. Los cortocircuitos arterio-venosos pueden alcanzar un diámetro de $100\mu\text{m}$ y con ello permitir un flujo de sangre 10,000 veces mayor a su longitud, que es de solo $10\mu\text{m}$.²⁰

La termogénesis sin calofríos (TSC) es importante durante la infancia, pero contribuye muy poco a la termorregulación en adultos.²¹ La TSC es mediada por receptores β_3 -adrenérgicos de las terminaciones nerviosas de la grasa parda.²² La grasa parda debe su coloración a la gran cantidad de mitocondrias en sus células. La grasa parda posee proteínas capaces de transformar su sustrato directamente en calor.²³ El calofrío consta de movimientos musculares involuntarios que incrementan la tasa metabólica 2-3 veces por encima de lo normal.²⁴

Anestesia General.

La anestesia general (AG) imposibilita a los pacientes a la respuesta autonómica de cambios del comportamiento ante variaciones de la temperatura.

Termorregulación.

Los anestésicos inhiben la termorregulación de varias maneras; inhiben la vasoconstricción, el calofrío y restringen la sudoración. Todos estos mecanismos en un paciente expuesto al ambiente frío del quirófano. Los pacientes quirúrgicos están expuestos al ambiente frío del quirófano por más de 15 minutos antes del inicio de la anestesia.^{25, 26, 27}

La AG aumenta la temperatura umbral de respuesta al calor de forma lineal y dosis-dependiente. Los opiáceos²⁸ y el propofol²⁹ disminuyen la temperatura umbral a la vasoconstricción y al calofrío.

Los anestésicos volátiles disminuyen la temperatura umbral de respuesta al frío de forma no lineal. En un estudio reciente Ikeda et al encontró que el isoflurane utilizado en la anestesia general disminuye la temperatura umbral que desencadena el calofrío de $36.4 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ a $34.2 \pm 0.8^{\circ}\text{C}$, pero además, describen que el isoflurane causa una alteración en el patrón del calofrío, de tal manera que si se obtiene un trazo electromiográfico del mismo durante anestesia con isoflurane, se observará un patrón en dientes de sierra, que se acentúa



de forma directamente proporcional con el aumento de la hipotermia transquirúrgica, de tal forma que aunque la hipotermia alcance el umbral del calofrío y éste fenómeno termorregulador se desencadene, la inhibición periférica de la expresión máxima del calofrío inducida por isoflurane, no permite que éste calofrío sea de calidad y genere calor.³⁰ Se ha demostrado que la hipotermia disminuye la concentración alveolar mínima (MAC, por sus siglas en inglés) requerida de isoflurane en animales, sin embargo existe poca información al respecto en el humano. Liu et al realizó un estudio en 33 pacientes pediátricos sometidos a cirugía cardiaca, asignándolos a uno de los 3 siguientes grupos: pacientes con temperatura nasofaríngea de 37°C, 34°C o 31°C al momento de la incisión quirúrgica, en todos los casos la anestesia se indujo y se mantuvo con isoflurane y oxígeno, y se valoró la MAC necesaria de isoflurane con la escala de Dixon, observándose que la concentración alveolar media para el isoflurane que se obtuvo en los grupos fue como sigue: grupo de 37°C MAC de $1.69 \pm 0.14\%$, grupo de 34°C MAC de $1.47 \pm 0.10\%$ y el grupo de 31°C MAC de $1.22 \pm 0.15\%$; con lo cual concluye que la hipotermia disminuye los requerimientos de isoflurane en pacientes pediátricos. El efecto de la hipotermia sobre la MAC del isoflurane no se puede explicar por la solubilidad del mismo en la fase lipídica del encefalo.^{27,31}

Franks y Lieb analizaron los datos publicados de la dependencia de la MAC a los cambios en la temperatura, y encontraron que ante la realización de experimentos *in-vitro* con tejido de mamífero en preparación con anestésicos volátiles, la MAC sí varía con la temperatura, los autores concluyen que éste fenómeno, de que la MAC de los anestésicos volátiles varíe con la temperatura, se explica en virtud de su fase acuosa, no de la fase



gaseosa, y que verdaderamente, en la clínica, se debe monitorizar la temperatura y en base a ello y la respuesta cardiovascular del paciente al anestésico, se debe individualizar la MAC necesaria del anestésico en cada caso.³²

La TSC no ocurre durante anestesia general en adultos³³, ni en niños³⁴.

Los anestésicos amplían el rango interumbral frío-calor normal de 0.2°C a 4°C. De tal forma que un paciente anestesiado se comporta como poiquilotermo.³⁵

La ganancia y la respuesta máxima de sudoración y vasodilatación se preservan bien en los pacientes bajo anestesia inhalatoria. El desflurane disminuye la vasoconstricción de cortocircuitos arterio-venosos, aproximadamente a la tercera parte de lo normal.^{26, 36} Sin embargo la inhibición de la termorregulación de los anestésicos es de origen central.

Equilibrio de la temperatura.

La hipotermia inadvertida es la complicación anestésica más frecuente en el período perioperatorio, y resulta de la combinación de la exposición al ambiente frío del quirófano y el deterioro del sistema termorregulador del paciente bajo estado anestésico.

En condiciones normales la temperatura corporal es distribuida de forma desigual en el cuerpo. La vasoconstricción termorreguladora mantiene un gradiente térmico entre la temperatura central y la periférica de 2-4°C.³⁷ La AG reduce la temperatura umbral a la

cual se dispara la vasoconstricción y abre los cortocircuitos arterio-venosos. Como resultado el calor corporal se redistribuye del centro a la periferia, disminuyendo la temperatura central entre 1 y 1.5°C en la primera hora de anestesia.³⁷ La pérdida de calor del cuerpo hacia el ambiente contribuye mínimamente en éste período inicial de pérdida de calor.

Después de la primera hora de AG, la temperatura central continúa disminuyendo de forma lenta. Esta disminución lineal ocurre debido a que la pérdida de calor del cuerpo es mayor a la producción del mismo.³⁸ Aproximadamente 90% de ésta pérdida se da por radiación y convección a través de la superficie cutánea del cuerpo.

Después de la tercera y hasta la quinta hora de AG, la temperatura detiene su declive. Esta fase plateau refleja el equilibrio entre la producción y la pérdida de calor del cuerpo. Este estado de equilibrio térmico se alcanza más rápido en un paciente bien calentado. En el paciente hipotérmico se alcanza debido a que llega a la temperatura umbral a la que se dispara la vasoconstricción cutánea.^{25, 26, 28} Desde un punto de vista clínico, ésta segunda forma de alcanzar la fase plateau o de equilibrio térmico es potencialmente peligrosa, por que la temperatura corporal media y el calor total del cuerpo continúan disminuyendo a pesar de que la temperatura central se mantenga constante. Esto debido a que la vasoconstricción, al mantener la temperatura central, evita que ésta descienda lo suficiente para alcanzar el valor umbral que desencadena el calofrío, el cual suele ser 1°C menor que el que desencadena la vasoconstricción cutánea.³⁸

Así pues, la hipotermia transanestésica tiene las tres fases arriba mencionadas, si las enlistáramos en orden de aparición son:

- 1.- Fase de redistribución del calor interno: durante la primera hora de anestesia.
- 2.- Fase de desbalance térmico: la segunda y tercera horas de anestesia.
- 3.- Fase de equilibrio térmico o plateau: de la cuarta hora de anestesia en adelante.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

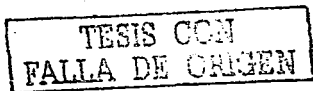
Anestesia Regional.

La anestesia regional (AR) altera la termorregulación por mecanismos centrales tanto como periféricos.

Termorregulación.

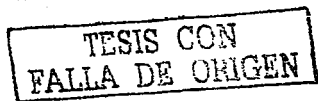
Las respuestas termorreguladoras son nerviosas, los factores circulatorios sólo contribuyen de forma relevante cuando hay fiebre. En consecuencia, el bloqueo nervioso inhibe la activación de respuestas termorreguladoras regionales como la sudoración, vasoconstricción y calofrío. La anestesia espinal y epidural interrumpen la conducción nerviosa de más de la mitad del cuerpo. Esta inhibición de la respuesta termorreguladora periférica es la principal causa de hipotermia durante la AR. La hipotermia durante la primera hora después de la inducción de anestesia regional se debe, sobre todo, al fenómeno de redistribución de calor del centro a la periferia en los miembros pélvicos, incluso después de 3 horas de anestesia regional la redistribución sigue siendo la principal causa de hipotermia en los pacientes bajo anestesia espinal o epidural. Sin embargo la pérdida de calor es menor que en la AG debido a que la tasa metabólica se mantiene y la vasoconstricción de el tronco y los brazos está preservada.³⁹

Sorprendentemente la hipotermia durante la AR tiene factores de origen central, que no se dan únicamente por la recirculación de los anestésicos locales al encéfalo. Aparentemente el sistema nervioso central sensa erróneamente la piel del área bloqueada,



como aumentada de temperatura.⁴⁰ Esta sensación errónea evita que se disparen respuestas termorreguladoras a pesar de la disminución de la temperatura corporal central. La temperatura umbral de vasoconstricción y calofrío disminuye aproximadamente 0.5°C y la temperatura umbral que dispara la sudoración aumenta aproximadamente 0.3°C;⁴¹ aumentándose así, el rango interumbral 3 a 4 veces sobre lo normal. En la clínica, ésta inhibición termorreguladora es resultado de la suma de los efectos de la AR y la administración de drogas sedantes.²⁸ La reducción del umbral para el calofrío está en relación directa al número de dermatomas bloqueados. Así que, a mayor extensión del bloqueo espinal, mayor la alteración del control termorregulador; de tal modo que, entre más extenso el bloqueo, más precauciones contra la hipotermia deben de ser tomadas.^{42, 43.}
⁴⁴ El riesgo es significativamente mayor en los pacientes ancianos sometidos a anestesia espinal, a pesar de las medidas preventivas tomadas, entiéndase, transfusión de productos sanguíneos por un calentador de infusiones a 38°C y la administración de soluciones IV precalentadas a 37°C, la hipotermia fue considerablemente más frecuente en el paciente anciano.⁴⁵

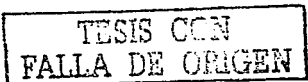
La percepción errónea de calor del área bloqueada hace que el paciente no se queje de frío, así el personal médico a cargo del caso le da menor importancia a la monitorización de la temperatura, lo que hace que el riesgo de hipotermia se incremente.¹⁴ El paciente quirúrgico generalmente se encuentra expuesto al medio ambiente desde antes de la administración de la anestesia, además previo al bloqueo regional se infunden entre 500 y 1500ml de solución cristalóide a la temperatura del medio ambiente (aproximadamente 20°C), en consecuencia la hipotermia en el paciente quirúrgico bajo anestesia regional se instala desde antes de la anestesia misma.⁴⁶



Equilibrio térmico y calofrío.

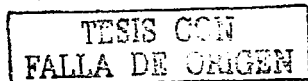
El mecanismo por el cual se genera la hipotermia en AG y AR es muy semejante.⁴⁷ Igual que en la AG la disminución inicial de la temperatura durante AR se debe a la redistribución del calor del centro a la periferia del cuerpo. Solo que en AR la redistribución es principalmente causada por inhibición periférica de la vasoconstricción termorreguladora. Aunque la vasodilatación de los cortocircuitos arterio-venosos es únicamente de los miembros pélvicos, la masa total de estos es suficiente para producir hipotermia considerable, excediendo la pérdida de calor a su producción rápidamente. Así pues, los pacientes bajo AR no pueden restablecer la temperatura corporal debido a que la vasoconstricción termorreguladora está inhibida.⁴⁸ De tal forma que la hipotermia progresa conforme a la duración del bloqueo nervioso.

Sessler D y Sessler publicaron un trabajo en el que desarrollan dos diferentes modelos matemáticos para expresar la pérdida regional de calor y el movimiento de calor por parte de los tejidos en cantidades mesurables. Ellos encontraron que hay una relación lineal entre el radio y el estado estable del coeficiente de transferencia de calor, resultando que éste coeficiente de pérdida de calor de la frente es del 20% posterior a la inducción de la anestesia, mientras que el mismo es mayor al doble en los seis puntos evaluados en las extremidades de los pacientes, inmediatamente posterior a la inducción de la anestesia. Ellos concluyen que el coeficiente de transferencia de calor puede efectivamente ser calculado para valorar el efecto térmico de varias intervenciones clínicas como la inducción



de anestesia regional y la administración de drogas vasodilatadoras. El coeficiente de transmisión de calor en la frente probablemente disminuye por efectos de los anestésicos a nivel central. Mientras que, el aumento de éste coeficiente en las extremidades es secundario a la vasodilatación inducida por bloqueo nervioso por la anestesia, que es tal, que generalmente aumenta al doble o más el flujo de calor del centro a la periferia; esto causa gran redistribución del calor corporal y con ello conduce a hipotermia moderada.⁴⁹

Si la hipotermia del paciente bajo anestesia regional es suficiente y alcanza el umbral habrá calofríos, lo cual resulta molesto para el paciente y para el personal médico que lo enfrenta, pero produce calor; desgraciadamente solo se produce en la parte del cuerpo cefálica al bloqueo nervioso. El calofrío puede evitarse calentando la superficie de la piel,⁵⁰ o administrando clonidina 75mcg IV⁵¹ o meperidina 25mcg IV⁵² (dosis recomendada en el adulto). La meperidina es de los opiáceos el que tiene mejor efecto contra los calofríos, probablemente por su acción sobre receptores opiáceos Kappa.⁵³



Consecuencias y tratamiento de la hipotermia.

Durante la cirugía cardíaca la temperatura central es intencionalmente disminuida hasta aproximadamente 28°C, con la intención de prevenir isquemia miocárdica y cerebral.⁵⁴ En neurocirugía y cirugía cardíaca compleja, como la de aneurismas del arco aórtico, incluso se llega a reducir la temperatura hasta 18°C.⁵⁵ Así, hay pacientes que requieren de enfriamiento perioperatorio, por ejemplo como tratamiento de hipertermia maligna o como medidas antisquemias en ciertas cirugías. Hay estudios realizados sobre la efectividad de los métodos de enfriamiento. Plattner et al realizó un estudio al respecto en 6 pacientes sanos voluntarios, los cuales fueron anestesiados con desflurane y óxido nitroso. Los métodos de enfriamiento utilizados fueron: 1.-Agua fría circulante (cobertor y colchón térmico de agua circulante a 5°C), 2.-Aire forzado (cobertor de cuerpo completo con aire forzado a 10°C), 3.-Lavado gástrico (con 500ml de solución de Hartmann helada, cada 10 minutos), 4.-Lavado vesical (con 300ml de solución de Hartmann helada, cada 10 minutos) y 5) Inmersión en agua helada. Cada método se aplicó por 40 minutos o hasta que la temperatura del paciente descendiera hasta 34°C. Posteriormente, los voluntarios fueron recalentados hasta la normotermia y el enfriamiento central fue evaluado por regresión lineal. Se obtuvieron los siguientes resultados: el lavado gástrico causó dolor abdominal y diarrea en el primer paciente aplicado, por lo que se retiró del protocolo ésta técnica; el lavado vesical disminuyó la temperatura corporal central $0.8 \pm 0.3^\circ\text{C/hr}$. Los métodos de aire forzado y de agua fría circulante incrementan de forma similar el flujo de calor corporal, la pérdida de calor durante estos tratamientos fue de $1.7 \pm 0.5^\circ\text{C}$ y de $1.6 \pm 1.1^\circ\text{C}$ respectivamente. La inmersión en agua helada incrementó marcadamente la pérdida de

calor, resultando que la temperatura ante este método disminuyo $9.7 \pm 4.4^{\circ}\text{C}$, además de relacionarse con una caída térmica posterior de otros 2°C . Los autores concluyen, que el lavado vesical produce un enfriamiento insignificante y el gástrico conlleva complicaciones, por lo que no los recomiendan en la clínica; que el método de agua fría circulante y de aire forzado tampoco proveen del enfriamiento deseado, pero por ser bien tolerados y poco invasivos pueden resultar de utilidad clínica, y, finalmente que cuando los métodos no invasivos no dan resultados puede ser beneficiosa la inmersión en agua helada.⁵⁶ Este tipo de estudios resulta de beneficio en el conocimiento de técnicas de tratamiento para el manejo de la hipertermia maligna, pero también para hacer analogías con los mecanismos que generan hipotermia en el paciente quirúrgico y poder prevenirlos: por ejemplo, que el paciente quirúrgico éste cubierto en su mayoría por campos quirúrgicos empapados, por periodos prolongados, favorece el riesgo de hipotermia, su analogía sería el método de agua fría circulante; de igual manera lo hace la cirugía urológica en la que se irriga la vejiga con incontables litros de solución fría, analogía del lavado vesical.

Analogía del lavado peritoneal sería el mecanismo por el que cursan con hipotermia los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica. Podría pensarse que la cirugía laparoscópica previene la hipotermia, ya que se disminuye al mínimo la pérdida de calor por heridas amplias que abren cavidad abdominal. Sin embargo la hipotermia es un evento que se presenta tanto en cirugía laparoscópica como abierta.⁵⁷ Hay reportes de descensos importantes de la temperatura central, como eventos comunes en cirugía laparoscópica, y relacionado lo anterior principalmente a la duración de la anestesia y al uso de soluciones de irrigación a temperatura ambiente ($20-22^{\circ}\text{C}$). Líquidos a 22°C disminuyen la

temperatura corporal 2°C. líquidos a 39°C reducen la temperatura sólo 1°C.⁵⁸ Además de que la cirugía laparoscópica aumenta el riesgo de hipotermia, el paciente tarda más tiempo en recuperar la normotermia en el período postoperatorio, comparado con pacientes sometidos a procedimientos abiertos.⁵⁹

Otro factor que contribuye a la hipotermia en cirugía laparoscópica es el flujo continuo de CO₂ seco que se administra en la cavidad peritoneal.⁵⁸ Por cada 50 litros de CO₂ insuflados disminuye la temperatura 0.3°C. Esto sucede en un tercio de los pacientes cuando el procedimiento dura más de dos horas.⁶⁰

Recientemente algunos estudios demostraron que existen descensos en la temperatura corporal durante el neumoperitoneo, y que ésta hipotermia podría ser prevenida usando calentadores y humidificadores en los insufladores de gas.^{61, 62, 63} Se recomienda utilizar CO₂ a 30°C.⁶⁰ Sin embargo hay autores que concluyen que la insuflación del neumoperitoneo con CO₂ caliente no tiene mayor valor clínico si la cirugía es de corta duración.⁶⁴

El mecanismo de pérdida de calor por neumoperitoneo es el siguiente: por la extrema sequedad del CO₂ se provoca deshidratación del líquido que humedece la cavidad peritoneal, generando gran evaporación que disminuye la temperatura corporal del paciente.⁶⁵

Afortunadamente la hipotermia transquirúrgica es mas frecuente moderada, disminuyendo la temperatura central entre 1 y 3°C, pero puede ser de alto riesgo en algunos casos por sus complicaciones inherentes, por lo tanto vale la pena prevenirla.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Consecuencias de la hipotermia perioperatoria.

Está demostrado que la disminución de la temperatura corporal de 1 a 3°C disminuye el riesgo de isquemia cerebral en pacientes politraumatizados con escala de Glasgow de 5-7.⁶⁶ Basados en esto, muchos anestesiólogos recomiendan hipotermia moderada en pacientes sometidos a cirugía con alto riesgo de isquemia, como la neurocirugía, la cirugía vascular y la cardiocirugía.^{56, 67}

La hipotermia moderada disminuye el riesgo de hipertermia maligna o disminuye la severidad de éste síndrome.⁶⁸

Temperaturas cercanas a 34°C facilitan la recuperación y disminuyen la mortalidad en pacientes adultos sépticos que desarrollan SIRPÁ (Síndrome de insuficiencia respiratoria progresiva del adulto).^{56, 69}

Así como hay efectos benéficos de la hipotermia en un grupo muy seleccionado de pacientes, existen múltiples efectos indeseables de la misma, que pueden clasificarse como: metabólicos, inmunológicos, hematológicos, cardiovasculares y farmacológicos, entre otros.

Metabólicos:

Se produce una reducción del 5% del metabolismo por cada grado centígrado menos de temperatura corporal central. La explicación físico química para éste fenómeno sería la

disminución de reacciones químicas causada por un estado energético más bajo de los reactivos. Por otra parte también puede deberse a una disminución en la fluidez de las membranas lipídicas.

Se produce una hiperglucemia termodependiente, secundaria probablemente a una disminución de la secreción de insulina por el páncreas y una baja utilización de glucosa por los tejidos hipometabólicos. Además aumentan los niveles de catecolaminas y corticosteroides suprarrenales.⁷

Se presenta una producción aumentada de norepinefrina, que puede relacionarse con casos de hipertensión y mayor morbilidad cardiovascular en los pacientes hipotérmicos, comparándolos con pacientes normotérmicos.⁷⁰

Inmunológicos.

La hipotermia, incluso moderada, aumenta la incidencia de infección de la herida quirúrgica, por alteración directa del sistema inmune y por disminución del flujo sanguíneo cutáneo que disminuye la liberación de oxígeno al tejido a cicatrizar.⁷¹ La hipotermia perioperatoria se asocia con disfunción proteica y disminución de la síntesis de colágeno.⁷³ La suma de lo anterior triplica la incidencia de infección de la herida quirúrgica en el paciente con hipotermia perioperatoria y aumenta el tiempo de hospitalización hasta en un 20% de los pacientes sometidos a resección electiva de colon.⁷² Esto aunado a la prolongación de la estancia del paciente en la unidad de cuidados postanestésicos

incrementa considerablemente los costos de la hospitalización del paciente con hipotermia perioperatoria.⁷³

Beilin et al realizó un estudio para determinar a que grado la alteración en la respuesta inmune del paciente en el período perioperatorio se relaciona con la hipotermia con la que estos pacientes cursan en dicho período. En su trabajo estudiaron 60 pacientes programados a cirugía abdominal y de forma aleatoria los dividieron en 2 grupos: al que dieron cuidados de la temperatura rutinarios, y otro en el que se utilizó aire caliente forzado. Se tomaron muestras sanguíneas 90 minutos previos a la inducción, en el postquirúrgico inmediato y a las 24 y 48 horas después de la cirugía. Los leucocitos se aislaron y congelaron. Las células mononucleares se estudiaron para valorar la producción de citoquinas (interleucinas 1β , 2 y 6; factor de necrosis tumoral α -FNT α -), la proliferación inducida por mitógenos y la toxicidad de los natural killers (NK). También se determinó el nivel de cortisol. Ellos encontraron que la respuesta mitogénica se encuentra disminuida en las células de pacientes hipotérmicos, pero normal en el grupo de pacientes normotérmicos de los que se obtuvo la muestra a las 24 y 48hs posterior a la cirugía. La producción de citoquinas proinflamatorias como IL- 1β , IL-6, FNT α se encontró alta en ambos grupos, incluso la producción de IL- 1β fue significativamente mayor en el grupo de pacientes normotérmicos, en la muestra tomada a las 24hs. La producción de IL-2 se encontró suprimida en los pacientes hipotérmicos, pero normal en el grupo de pacientes normotérmicos. En el estudio concluyen que la supresión de la activación de los linfocitos inducida por mitógenos, así como la reducción de la producción de algunas citoquinas en los pacientes hipotérmicos contribuyen a las



alteraciones que se observan en el sistema inmunológico de los pacientes en el período perioperatorio.⁷⁴

Hematológicos.

La hipotermia aumenta el hematocrito y disminuye el recuento de glóbulos blancos. Se da una desviación de la curva de disociación de la hemoglobina a la izquierda, disminuyendo por consiguiente la disponibilidad de oxígeno por los tejidos, ya que la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno es mayor.^{4,7}

La hipotermia moderada disminuye la función de las plaquetas⁷⁵ y disminuye la activación de la cascada de coagulación.⁷⁶ Hay estudios *in-vitro* que demuestran que la hipotermia aumenta significativamente el sangrado transquirúrgico y la necesidad de transfusiones alogénicas en pacientes sometidos a artroplastia de cadera.⁷⁷

Cardiovasculares.

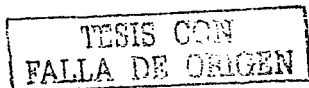
En grados iniciales la hipotermia, produce efectos del aumento de liberación de catecolaminas: vasoconstricción, taquicardia e hipertensión.⁷

La hipotermia central de tan solo 1.5°C aumenta la incidencia de taquicardia ventricular y muerte perioperatoria de origen cardiovascular,⁷⁸ estas manifestaciones son el resultado de respuestas adrenérgicas, entre ellas la producción aumentada de norepinefrina, que puede ser la responsable de la vasoconstricción periférica, la hipertensión y la isquemia

miocárdica que se observa en el paciente en el período perioperatorio. La hipotermia también predispone al calofrío y con ello aumenta la demanda de oxígeno por los tejidos y el gasto cardíaco; estos fenómenos pueden ser explicados por efectos directos de la hipotermia en el sistema cardiovascular y en el sistema nervioso central o por falla de la función de los barorreflejos, que es un factor importante en la regulación cardiovascular a corto plazo de los trastornos hemodinámicos. Tanaka M et al realizó un trabajo en 20 pacientes, voluntarios sanos, a los cuales dividieron aleatoriamente en 2 grupos de 10, el grupo normotérmico, en el cual se utilizó calentamiento activo con aire caliente forzado, y, el grupo de hipotérmicos, en el cual no se aplicó ningún método de calentamiento activo. Se midió el intervalo R-R del electrocardiograma y la presión sistólica a los 20, 60 y 120 minutos posteriores a la inducción de la anestesia, y a los 20, 60, 120 y 180 minutos posteriores a la emergencia de la misma. Todos los pacientes recibieron anestesia general con sevoflurane al 2%, administrado por ventilación mecánica por 2 horas continuas. Se administraron bolos IV de fenilefrina y nitroprusiato, pruebas farmacológicas presora y depresora de los barorreflejos, respectivamente. En sus resultados observaron que la hipotermia máxima obtenida en el grupo de hipotérmicos fue de $33.9 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$. significativamente menos que la del grupo de normotérmicos en el que se obtuvo una temperatura mínima de $36.1 \pm 0.7^{\circ}\text{C}$. La disminución de la respuesta barorreceptora, tanto al estímulo presor, como al depresor, fue significativamente mayor en el grupo de pacientes hipotérmicos que en el de pacientes normotérmicos. En conclusión la hipotermia moderada magnifica la depresión de respuesta de los barorreflejos que se da en los pacientes bajo anestesia general con sevoflurane. Además, de que la recuperación de estos barorreflejos resulto mucho más prolongada en los pacientes hipotérmicos que en los normotérmicos.

En estudios posteriores se buscará determinar por que mecanismo la hipotermia prolonga la depresión de los barorreflejos en pacientes bajo anestesia general.⁷⁹

Resulta interesante que en la isquemia miocárdica perioperatoria relacionada con hipotermia, parecen no estar involucrado el aumento de la tasa metabólica y del consumo de oxígeno inducido por los calofríos. Muchas investigaciones proponen que los calofríos postquirúrgicos son mal tolerados por los pacientes con padecimientos cardiopulmonares debido a que incrementan considerablemente el consumo corporal total de oxígeno. Sin embargo, la afirmación de que los calofríos pueden aumentar el consumo total de oxígeno hasta en 300-400% se basan en unos cuantos estudios realizados en grupos pequeños de pacientes jóvenes seleccionados en base al reconocimiento clínico del calofrío; pero Frank SM etal propone en su estudio que los pacientes ancianos consumen una menor cantidad de oxígeno ante el calofrío postoperatorio. Los autores mencionados estudiaron 145 pacientes mayores de 65 años con 2 o más factores de riesgo para enfermedad coronaria, programados para cirugía vascular, de tórax o abdominal. De los 145 pacientes, finalmente, sólo cumplieron los criterios para el estudio III, de los cuales 71 recibieron anestesia general, 23 anestesia regional y el resto anestesia combinada. El total de los pacientes fue dividido en 2 grupos de forma aleatoria, quedando 52 de ellos en el grupo que recibiría cuidados térmicos de rutina y 59 en el grupo que recibiría recalentamiento con aire caliente forzado, todo esto, en la unidad de cuidados postanestésicos. La temperatura del quirófano se mantuvo a 21°C, las soluciones se infundieron a través de un calentador al igual que los productos sanguíneos, y en los casos de anestesia general, se utilizó filtro Thermovent para calentar el flujo de gases inspirados. A los 30 y 90 minutos del postoperatorio se calculó el consumo total de oxígeno por medio de un calorímetro



indirecto, y ellos reportan en sus resultados que en los pacientes con calofrío el consumo total de oxígeno resulto 38% mayor que en aquellos pacientes sin calofrío, y el consumo de oxígeno se relacionó de forma indirectamente proporcional a la temperatura corporal media. También observaron que los pacientes masculinos presentaron mayor incidencia de calofrío, y por consiguiente una tasa mayor de consumo de oxígeno. Finalmente, concluyen que la demanda metabólica aumentada asociada con el calofrío postoperatorio es mucho menor en los pacientes ancianos que en los jóvenes, esto sugiere que las complicaciones cardiovasculares que se han reportado relacionadas con el calofrío postanestésico probablemente no se justifiquen por el aumento de consumo de oxígeno metabólico asociado a los calofríos, sino, que hay algún otro mecanismo involucrado.⁸⁰ El mecanismo probablemente involucrado es la mayor tasa de producción de catecolaminas y norepinefrina en los pacientes hipotérmicos.⁷⁰ Con todo lo anterior existe una alta incidencia de arritmias perioperatorias relacionadas con la hipotermia, entre ellas una de las más frecuentes es la fibrilación auricular, considerada como potencialmente letal en este periodo.

El sistema de conducción del corazón se verá deprimido a temperaturas inferiores a los 34°C, causando bradicardia, prolongación del intervalo QT y bloqueo aurículo-ventricular.⁷

Farmacológicos.

La hipotermia moderada disminuye el metabolismo de los fármacos,⁷ incluyendo el propofol,⁸¹ vecuronio⁸² y atracurio⁸¹. En estos estudios, se basa la afirmación de que la

hipotermia prolonga el tiempo de estancia en la unidad de cuidados postanestésicos, a pesar de que la temperatura no sea uno de los criterios de alta de ésta unidad.⁸³ En un estudio en el que los criterios de alta de la unidad de cuidados postanestesia fueron reactividad, ventilación, estado de conciencia y estado hemodinámico, realizado por Lenhardt et al, se observó que los pacientes hipotérmicos requirieron de 40 minutos más para cumplir con estos criterios de alta, por lo que los autores concluyen que el mantenimiento de la normotermia perioperatoria disminuye el tiempo de estancia en la unidad de cuidados postanestésicos y con ello reduce costos.⁷³

Por otra parte, al recalentar al paciente en recuperación puede aumentar la eliminación de drogas que quedaron acumuladas en los tejidos mal perfundidos por la vasoconstricción. Especial cuidado, hay que tener, con los relajantes musculares y los opiáceos.⁷

El 40% de los pacientes sufren de calofríos postanestesia, incluso hay pacientes que refieren mayor molestia por los calofríos que por el dolor en la herida quirúrgica, en el período postoperatorio inmediato.²⁴

Ante todos estos efectos adversos de la hipotermia no cabe duda de los beneficios que se obtienen de mantener la temperatura corporal transquirúrgica dentro de rangos normales o incluso superiores a los normales como 38-39°C.

Monitorización de la temperatura.

Lineamientos para la monitorización de la temperatura:

Los lineamientos más recientemente publicados por el ASA en marzo del 2002 estipulan que:

El manejo del paciente en el período perioperatorio incluye cuidados y monitorización de las funciones respiratoria y cardiovascular, neuromuscular, el estado de conciencia, la temperatura, el dolor, náusea y vómito, drenajes, sangrado y uresis.

En cuanto a la temperatura: La literatura dedica poca atención al manejo y monitorización de rutina de la temperatura en el período perioperatorio, a pesar de que sus alteraciones se relacionan con complicaciones. Los asesores y miembros del ASA están de acuerdo con que la monitorización rutinaria de la temperatura detecta oportunamente complicaciones y mejora el pronóstico del paciente quirúrgico.

La recomendación es: La monitorización de la temperatura debe de ser rutinaria en toda sala de emergencias y de recuperación

Tratamiento estipulado para las salas de emergencias y de recuperación:

- 1.- Profilaxis y tratamiento de náusea y vómito.
- 2.- Administración de oxígeno suplementario.
- 3.- Normalización de la temperatura.

La recomendación es: de tenerlo disponible se debe de utilizar un calentador a base de aire caliente forzado, pues la literatura sustenta que disminuye las complicaciones, mejora la comodidad y satisfacción de los pacientes y disminuye el tiempo de estancia en la unidad de cuidados postanestésicos.

4.- Tratamiento farmacológico preventivo para los calofríos.

La Norma Oficial Mexicana NOM-17-SSAI-1998 para la práctica de la anestesiología, en su edición de abril-mayo de 1999 estipula lo siguiente en materia de monitorización de la temperatura en el período perioperatorio:

En los lineamientos para el manejo transanestésico, en su punto:

#9 Medirá la temperatura a intervalos frecuentes cuando sea indicado clínicamente.

En los lineamientos para el cuidado postanestésico, en su punto:

#2 Los pacientes que reciban Anestesia General, Anestesia regional o sedación monitorizada, deberán recibir cuidados postanestésicos consistentes en: administración de oxígeno, de líquidos parenterales y medicamentos indicados, así como medición de la oxigenación, temperatura, frecuencia cardíaca y presión arterial, frecuencia respiratoria y valoración del estado de conciencia con el equipo disponible para ello en la sala de recuperación.

Daniel I. Sessler una de las personas que más ha publicado con respecto a control de la temperatura en el período perioperatorio propone los siguientes puntos para la monitorización de la temperatura en el período quirúrgico:



1.- Considera que en todo paciente que vaya a ser sometido a anestesia general por más de 30 minutos la temperatura debe ser medida de forma continua, o por lo menos con intervalos de 15 minutos entre una medición y la otra.

2.- Se deberá monitorizar la temperatura en los pacientes sometidos a anestesia en los que se sospeche predisposición a la hipotermia.

3.- Sugiere que, con excepción de los pacientes en los que la hipotermia está bien indicada (por ejemplo, en aquellos en los que se quiere brindar protección contra la isquemia) tiene que mantenerse una temperatura transoperatoria de 36°C.

Propone, incluso, la reevaluación de los estándares de monitorización de la temperatura del ASA.⁸⁴

El método que utilicemos para la monitorización de la temperatura dependerá del tipo de cirugía y de la técnica anestésica utilizada. Se puede medir la temperatura central y la de la piel o cutánea. La temperatura central es la más similar a la temperatura corporal media, y por lo tanto, la más precisa.

Temperatura central.

Cuando son esperables grandes variaciones de la temperatura en una cirugía es importante controlar la temperatura central del paciente. Los compartimentos centrales se componen de los tejidos bien perfundidos, con temperatura alta constante. La temperatura central se puede medir de manera correcta en la arteria pulmonar, la membrana timpánica, el esfago distal y la nasofaringe. Una estimación razonable, excepto en situaciones extremas como la circulación extracorpórea, puede ser obtenida con la temperatura rectal, vesical o axilar.

Arteria pulmonar.

La temperatura de la arteria pulmonar es la real temperatura central, pero por ser un método muy invasivo, debe sustituirse en la mayoría de los casos por otros métodos.

Temperatura timpánica.

Es considerada como la temperatura central no invasiva más exacta, esto por que la temperatura del tímpano es muy similar a la de los receptores hipotalámicos que intervienen en la regulación térmica. El sensor es fácil de colocar. La complicación más frecuente es la perforación timpánica, siendo la objeción mayor al procedimiento. Fig 1.

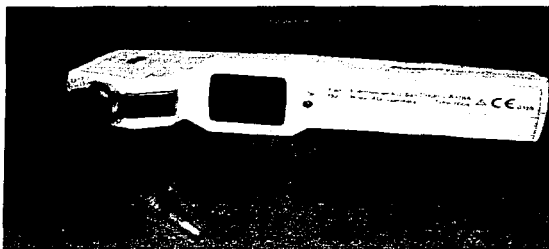


Fig 1. Termómetro timpánico.

Temperatura esofágica.

Es bastante precisa y se correlaciona bien con la temperatura de la arteria pulmonar o central. Es un método seguro y simple, y su valor se aproxima mucho al de la temperatura cerebral. La sonda debe colocarse en el tercio inferior del esófago. Si la punta de la sonda queda a la altura de la tráquea, la medición puede verse afectada en menos o en más si los gases están fríos o calientes. Fig 2.

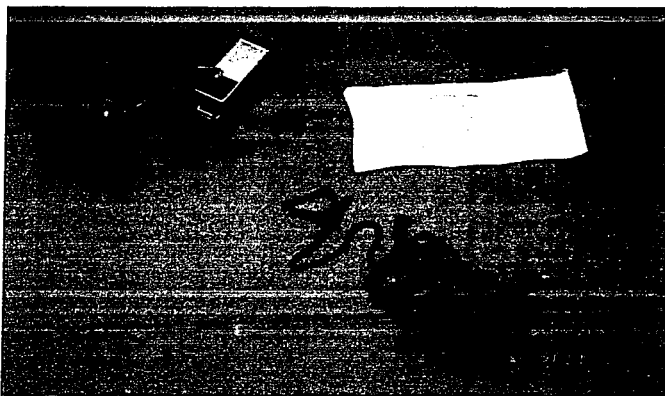


Fig. 2 Termómetro esofágico. Sensor desechable y reutilizable.

Temperatura nasofaringea

Refleja la temperatura del hipotálamo, por ser una zona ricamente irrigada por la arteria carótida. La ubicación correcta es cuando la sonda hace resistencia para pasar, topando la pared posterior de la nasofaringe. Fig 3.

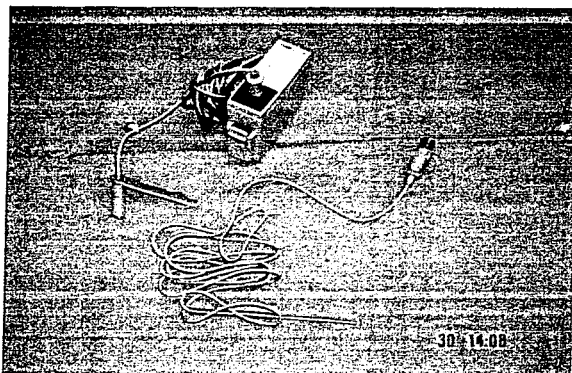


Fig 3. Termómetro nasofaríngeo.

Temperatura rectal.

No es tan precisa, independientemente de la técnica, porque cambia muy lentamente y por que su límite inferior es de 35°C . Fig 4.

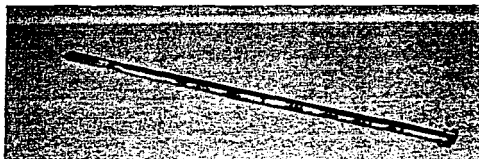


Fig 4. Termómetro de mercurio.

Temperatura vesical.

Es fácilmente mesurable con una sonda Foley con sensor térmico. Con un alto flujo urinario su valor se correlaciona bien con el de la temperatura central, con bajo flujo urinario su valor se asimila al de la temperatura rectal.

Temperatura axilar.

Para tener un valor confiable y cercano a la temperatura central, debe medirse sobre la arteria axilar. Normalmente mide 1°C por debajo de la temperatura rectal y 0.5°C de la bucal. Es más confiable en lactantes y niños pequeños. Fig 4.

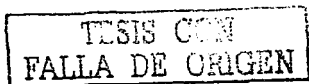
Temperatura periférica.

La temperatura superficial o cutánea es el resultado del balance entre la producción de calor (temperatura central) y la pérdida de calor (temperatura periférica o cutánea). Esta

se ve afectada por los 4 mecanismos específicos de pérdida de calor: conducción, convección, radiación y evaporación; además de que la temperatura cutánea se modifica con la redistribución de calor del centro a la periferia postinducción anestésica.⁷

Stone G etal realizó un estudio con la finalidad de determinar cual de los métodos estándares de monitorización de la temperatura refleja más confiablemente la temperatura cerebral. El estudio lo realizaron en 27 pacientes sometidos a cirugía de cráneo por aneurisma gigante intracraneano. Para su estudio midieron la temperatura cerebral directamente en la corteza encefálica y colocaron sensores de temperatura menos invasivos en otros 8 sitios del cuerpo. Reportaron en sus resultados que durante los cambios rápidos de temperatura, la medición nasofaríngea, esofágica y pulmonar reflejaban con más precisión la temperatura cerebral que las mediciones obtenidas en membrana timpánica, vejiga, recto, axila y planta del pie. Durante el periodo de paro circulatorio, la temperatura nasofaríngea, timpánica y de la arteria pulmonar tuvieron diferencia de hasta 1°C con respecto a la cerebral. Concluyen, pues, que en casos de cambios rápidos de la temperatura, ninguno de los métodos convencionales de monitorización térmica refleja adecuadamente la temperatura cerebral, y que en cambios menos bruscos, las mediciones en nasofaringe, esófago y arteria pulmonar dan valores próximos a los de la temperatura cerebral directa.⁸⁵

Está demostrado lo importante que es, en cuanto a prevención de isquemia, la temperatura cerebral. De hecho, lo ideal, es la obtención de hipotermia cerebral previo al clipaje del flujo sanguíneo. Para esto Stone etal recomienda la monitorización simultánea de la temperatura nasofaríngea, esofágica y de la arteria pulmonar, y que las tres tengan



concordancia previo a la detención del flujo sanguíneo. En los datos obtenidos en su estudio, se aprecia que de tres pacientes, en los cuales, previo al clipaje las tres temperaturas concordaban, la temperatura cerebral fue subestimada en 2 y sobrestimada en el otro; de tal manera que el triple monitoreo tampoco es garantía. Probablemente lo único que queda a nuestro favor es el tiempo, ya que según estudios en los que se realizan modelos complejos por computadora, se observa que la temperatura cerebral está determinada en los pacientes sometidos a circulación extracorpórea por tres factores: la temperatura de la sangre que perfunde el cerebro, el flujo sanguíneo cerebral y el tiempo de enfriamiento del cerebro. Entre más corto el tiempo de enfriamiento, menos disminuirá la temperatura cerebral. Así que la recomendación es dar por lo menos 20 minutos de enfriamiento al cerebro, para alcanzar la temperatura cerebral deseada.⁸⁶

Tratamiento y prevención de la hipotermia transquirúrgica.

Los métodos de recalentamiento dependen de la gravedad de la hipotermia y de los recursos y las facilidades disponibles. Estos son:

- Recalentamiento pasivo (Ambiente caliente, cobijas)
- Recalentamiento externo activo (inmersión en agua caliente, cobijas eléctricas, cobijas de aire caliente forzado, colchón térmico, vestimenta térmica)



•Recalentamiento central activo (infusiones IV precalentadas, irrigación gástrica o colónica con soluciones calientes, calentamiento por radiondas)

En el manejo de la hipotermia se sugieren las siguientes pautas:

- a. Hipotermia leve con estado cardiovascular estable. Recalentamiento pasivo.
- b. Hipotermia con insuficiencia o inestabilidad cardiovascular. Recalentamiento pasivo y activo, además de la administración de lidocaína IV 1.5mg/kg.⁷

Menos del 10% del calor metabólico es perdido por la vía aérea, a pesar de la administración de flujo de gases fríos y secos. Así que, el calentamiento pasivo o activo de los mismos tiene poca importancia en el manejo transanestésico de la temperatura corporal.

Cada litro de solución IV infundida a la temperatura ambiente a un adulto, o la transfusión de cada unidad de sangre a 4°C disminuye la temperatura corporal media aproximadamente 0.25°C. Así que, administrar soluciones precalentadas si es beneficioso, sobre todo cuando se van a administrar grandes volúmenes.

La piel es la fuente principal de pérdida de calor en el periodo quirúrgico, aunque la evaporación por las heridas quirúrgicas amplias también resulta de importancia, así pues, una temperatura ambiental alta puede contribuir a mantener la normotermia en el paciente, pero esto se ve limitado pues resulta muy incómodo para el personal médico a cargo de la cirugía ya que visten uniforme quirúrgico, bata quirúrgica sobre el anterior.

gorro y cubrebocas, además de exponerse directamente al calor producido por las lámparas quirúrgicas, por lo cual se ha optado por mantener los quirófano bajo ventilación artificial aproximadamente a 20°C.

La pérdida de calor por la piel se puede disminuir, cubriendo al paciente, para ello existen diferentes recursos para hacerlo, como los calentadores de aire caliente forzado, los colchones térmicos, etc. La mayoría de las veces estos recursos pueden combinarse con calentadores para las soluciones a infundir IV, y de esta manera mantener adecuadamente la temperatura corporal.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Métodos de calentamiento.

Independientemente del método elegido o disponible, lo principal es utilizar el o los métodos en forma preventiva.

Aire caliente forzado y vestimenta térmica.

La recomendación es usarlo de forma preventiva, es decir, de 10-30 minutos, previo a la inducción de la anestesia. Así la caída de la temperatura postinducción de la anestesia sería menor y de recuperación más rápida.⁷

La mayor parte del calor que se pierde en las cirugías, se pierde por redistribución del calor central hacia la periferia; para esto contribuye, en gran parte, la redistribución de calor de las extremidades. Aunque los miembros superiores constituyen únicamente el 15% de la masa corporal de la extremidades, la redistribución en ellos representa tanta pérdida de calor corporal como la de los miembros pélvicos.³⁷ Así que miembros superiores e inferiores, ambos, contribuyen en igual magnitud a la pérdida de calor por redistribución ante la inducción de la anestesia, razón por lo cual, la utilización de medios de calentamiento en las extremidades definitivamente sí puede prevenir la hipotermia en los pacientes quirúrgicos. Existe un nuevo sistema de calentamiento en el cual circula agua caliente a través de una vestimenta que se coloca al paciente, el cual cubre las cuatro extremidades y la mitad posterior del cuerpo. Janiki PK et al realizó un estudio en el que compararon la utilidad de ésta vestimenta térmica en comparación con la utilización de aire

caliente forzado. El estudio se realizó en 53 pacientes sometidos a cirugía de abdomen abierto, los cuales aleatoriamente se dividieron en 2 grupos: el grupo que recibió cuidados de la temperatura con la vestimenta térmica (n=25) y el que fue calentado con aire caliente forzado (n=28). En el primero se reguló la temperatura del sistema a 36.8°C y en el segundo se utilizó el termostato en "alto". La temperatura ambiente del quirófano se conservó a 20°C y la temperatura rectal, esofágica, timpánica, de la frente y de la punta del dedo, fueron monitorizadas en el período perioperatorio y hasta 2 horas después de la cirugía. En ambos grupos se estudió la presencia de calofrío, del estado térmico subjetivo y se utilizaron otros recursos de calentamiento una vez con los pacientes extubados. Sus resultados reportan que la temperatura rectal y esofágica al momento de la incisión, 1 hora después de la misma, durante el cierre de piel y en el postoperatorio inmediato fueron de 0.4 – 0.6°C mayores en el grupo en el que se utilizó vestimenta térmica, si se compara con el grupo en el que se usó el método de calentamiento por aire caliente forzado en la mitad superior del cuerpo. En adición, mayor porcentaje de pacientes del grupo de calentamiento con aire caliente forzado, se mantuvo hipotérmico (<35.5°C) las dos primeras horas posteriores a la cirugía; mientras que ninguno de los pacientes del grupo de la vestimenta térmica alcanzó temperaturas menores a 35.5°C. La frecuencia de calofríos, sensación subjetiva de frío y el requerimiento de otros métodos de calentamiento en la unidad de cuidados postanestésicos fue similar en ambos grupos. Los autores concluyen que la vestimenta térmica de agua circulante resulta más efectiva para el mantenimiento de la temperatura corporal transoperatoria debido a su capacidad de entrega de calor a mayor superficie corporal que el calentamiento por el sistema de aire forzado de la mitad superior del cuerpo.⁸⁸

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Gali B et al reporta un caso de quemaduras de segundo grado en una paciente de 67 años, con diagnóstico de cirrosis hepática, sometida a cirugía de transplante hepático. Durante la cirugía se utilizó en la paciente la vestimenta térmica de agua caliente circulante, siguiendo correctamente las instrucciones de la casa fabricante y bajo supervisión de un representante de la misma. La paciente recibió anestesia general a base de fentanilo, midazolam, propofol y succinilcolina. Posterior a la inducción se canalizaron las vías vasculares percutáneas de rutina, e inmediatamente se colocó la vestimenta térmica en el dorso y las piernas de la paciente, la cual se ajusta por medio de aditamentos de velcro, debido a la naturaleza de la cirugía el resto del tronco y los brazos no se cubrió con ésta vestimenta. Se colocó el sensor térmico en el tercio distal del esófago y se procedió al acto quirúrgico, el cual tuvo una duración total de 6.5 horas, con solo 15 minutos de hipotensión (presión sistólica 70% menor a la basal). No hubo evidencia de mal funcionamiento alguno en el sistema de calentamiento. La temperatura de la paciente al final de la cirugía fue de 36.3°C, y así, fue trasladada a la unidad de cuidados intensivos, ya sin la vestimenta térmica. A las 8 horas fue extubada. Al día siguiente la paciente refirió dolor ardoroso intenso en la región sacra y en cara posterior del tórax; a la exploración física se encontraron lesiones eritematosas y vesiculares con trazo semejante al de la vestimenta térmica, que correspondían a quemaduras de segundo grado. Las lesiones y el dolor secundario a ellas cursaron sin complicaciones, y la paciente fue dada de alta al noveno día postoperatorio. La paciente acudió a seguimiento los días 12 y 20 del postoperatorio, y en ambas fechas se reportó adecuada cicatrización y evolución de las quemaduras.⁸⁹ Fig 5

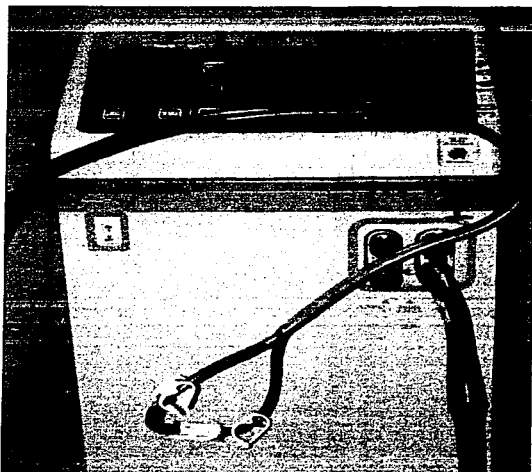


Fig 5. Calentador Gaymar útil para circular agua caliente en colchones y vestimentas térmicas.

Kabbara et al realizó un estudio en el que comparó la efectividad de los cobertores de aire caliente forzado comparadas con cobertores hospitalarios normales. En ambos grupos se utilizó la máquina que emite el aire caliente forzado, el cual llegaba directamente hacia el cobertor especial (WarmTouch) o solamente se exponía al paciente al aire caliente forzado debajo de un cobertor hospitalario normal. Se estudio una población de 83 adultos sometidos a cirugía mayor, dicho grupo se dividió aleatoriamente en un grupo control el

cual fue sometido a calentamiento con cobertor para aire caliente forzado (n=44, fijado a 43°C) y el grupo experimental, en el cual el expulsor de aire caliente forzado se colocaría debajo de un cobertor hospitalario normal (n=39, fijado a 38°C). La temperatura esofágica fue monitorizada. Al día siguiente se interrogó a los pacientes sobre alguna inconformidad con el método de calentamiento asignado. Sus resultados reportan que la temperatura al final de la cirugía fue similar en ambos grupos, $36.2 \pm 0.6^\circ\text{C}$ en el grupo experimental, y $36.4 \pm 0.7^\circ\text{C}$ en el grupo control; igualmente similar número en ambos grupos de pacientes presentó temperaturas menores a 36°C en el postoperatorio inmediato, la mayoría de los pacientes resultaron satisfechos con la técnica de calentamiento recibida, y no hubo ningún caso de lesión térmica. Con estos resultados concluyen que el calentamiento con aire caliente forzado a 38°C bajo un cobertor comercial es tan efectivo como el calentamiento con un cobertor para aire forzado a 43°C ; sin menospreciar la recomendación de las casas fabricantes de cobertores para aire forzado de que la utilización inadecuada del expulsor de aire caliente forzado puede resultar en mayor riesgo de quemadura.⁹⁰

Se ha sugerido la hipótesis de que la vasoconstricción cutánea puede impedir el adecuado calentamiento pasivo de los pacientes en el periodo perioperatorio. Al respecto Clough realizó un estudio en 8 pacientes voluntarios sometidos a anestesia general con propofol e isoflurane. Las observaciones se hicieron en dos días seguidos; se sometió a enfriamiento pasivo a los pacientes, hasta alcanzar una temperatura de 33°C ; en el primer día la concentración de isoflurane se disminuyó para evitar la inhibición de la vasoconstricción de los cortocircuitos arterio-venosos cutáneos y al día siguiente se mantuvo una concentración suficiente de isoflurane para mantener inhibida esta

ESTRATIS CON
FALLA DE ORIGEN

vasoconstricción. Sus resultados reportan que la tasa de transferencia de calor fue semejante en los pacientes durante vasodilatación y vasoconstricción. Ante el recalentamiento con el método de aire caliente forzado en ambos grupos la temperatura periférica aumento de forma similar. Y, la tasa de aumento de temperatura central también resulto similar en ambos grupos. Así, concluyen que la vasoconstricción no disminuye la tasa de transferencia de calor en los pacientes bajo anestesia general. En todo caso, la diferencia entre la eficacia del calentamiento entre el período transanestesia y postanestesia puede deberse a las alteraciones en los mecanismos termorreguladores inducidas por la anestesia.⁹¹

Como en todo, es siempre importante el valor del costo-beneficio. Fleisher et al realizó un estudio para evaluar el costo-beneficio de la utilización del cobertor de aire caliente forzado, en comparación con el manejo térmico de rutina en pacientes de bajo riesgo sometidos a anestesia general. El estudio comprendió 100 pacientes sometidos a cirugía electiva bajo anestesia general por más de 2 horas. De forma aleatoria se dividió a los pacientes en dos grupos: el grupo calentado con aire caliente forzado y el grupo calentado con medidas rutinarias de calentamiento. Sus resultados reportan que el tiempo desde el vestido quirúrgico hasta la extubación fue significativamente menor en el grupo de aire caliente forzado, con lo cual disminuye el tiempo de uso de quirófano. En cuanto al cumplimiento de los criterios de alta de la unidad de cuidados postanestesia, no hubo diferencia entre los grupos, pero el grupo de calentamiento con aire caliente forzado utilizó un cobertor menos durante el postoperatorio inmediato. Se concluye que el calentamiento transquirúrgico de los pacientes con aire caliente forzado reduce el tiempo necesario para la extubación y disminuye el uso de cobertores en el área de cuidados postanestesia. La

relevancia de la disminución en los costos por estos hallazgos depende de cada caso y de factores individuales de cada institución.⁹² Fig. 6 y 7

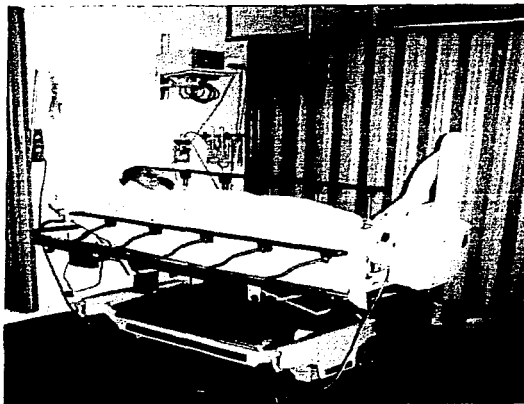


Fig. 6 Calentamiento con aire caliente forzado y el cobertor comercial especial para ello.

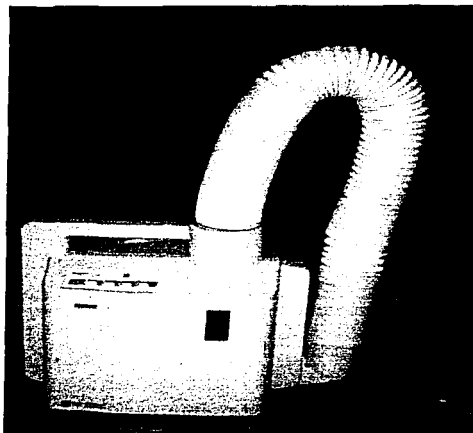


Fig. 7. Aparato emisor de aire caliente forzado.

Calentador de soluciones.

Existen muchos modelos y marcas en el mercado. Es importante recordar que es necesario que cuenten con un atrapador de burbujas (estas se forman porque la solubilidad de los gases es inversamente proporcional a la temperatura), debido al alto riesgo de embolismo aéreo.⁷ Fig 8

La tasa de transferencia de calor de las soluciones calientes puede ser calculada por la diferencia de temperatura entre las soluciones y la temperatura corporal media, multiplicada por el volumen de solución administrado. Por ejemplo, la administración de 2 litros de solución, precalentadas a 40°C, a un paciente con una temperatura corporal media de 36°C aumenta la temperatura sólo 0.1°C. A pesar de que las soluciones IV tienen la ventaja de ser administradas directamente al compartimento central, este calor rápidamente es disipado a la periferia.

El calentador de soluciones hotline es utilizado para prevenir el enfriamiento de las soluciones precalentadas al paso por los tubos de la venoclisis. Este método se ha demostrado que calienta las soluciones a 38°C si estas se administran a una velocidad de 1lt/h. Werthof en su revisión al respecto del tema, concluye que solo el 32% de los pacientes van a resultar normotérmicos en el postoperatorio inmediato de cirugías en las que se utilizó el calentador de soluciones hotline. Lo cual sugiere que el calentamiento de soluciones por sí solo no resulta de beneficio en el mantenimiento de la temperatura corporal perioperatoria.⁹³

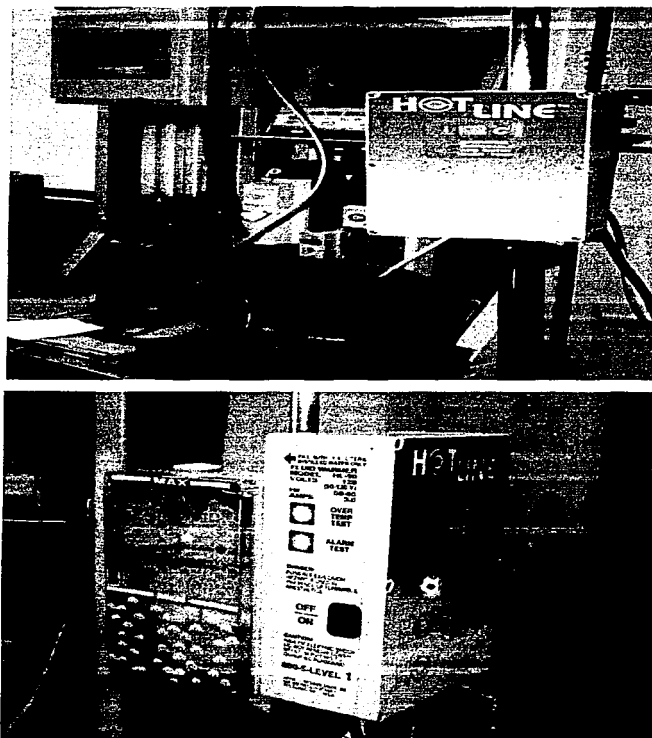


Fig. 8 Calentador Hotline de soluciones intravenosas.

Nariz artificial.

Existen actualmente con filtros antibacterianos y antivirales, de diferentes tamaños y clasificados por kilo de peso, para no aumentar excesivamente el espacio muerto ventilatorio. Estos dispositivos son calentadores y humidificadores a la vez. ⁷

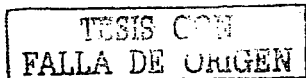
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Conclusiones.

1.-Las diferentes temperaturas del cuerpo se integran por un sistema termorregulador que coordina las respuestas contra el calor y el frío. Este sistema generalmente mantiene la temperatura central dentro de un rango de $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ de lo normal. La AG produce marcada inhibición dosis-dependiente de la termorregulación, generalmente aumentando 1°C la temperatura umbral que desencadena la sudoración y la vasodilatación y disminuyendo 3°C la temperatura umbral que desencadena la vasoconstricción y el calofrío. Como resultado de esto el rango interumbrales que normalmente es de aproximadamente 0.2°C aumenta hasta 4°C . La anestesia regional también inhibe el control termorregulador, produciendo ambas inhibiciones, central y periférica.

2.- La combinación de la inhibición termorreguladora de la anestesia y la exposición al ambiente frío del quirófano provoca que la mayoría de los pacientes quirúrgicos cursen con cierto grado de hipotermia. La hipotermia inicialmente es el resultado de la redistribución del calor corporal del centro a la periferia, y posteriormente es secundaria a que las pérdidas de calor exceden a la producción del mismo. Cuando la temperatura central de los pacientes bajo anestesia desciende lo suficiente se alcanza la fase plateau, donde hay un equilibrio entre la pérdida y la producción de calor, que se consigue al restablecerse el tono de los cortocircuitos arterio-venosos cutáneos.

3.- La hipotermia puede y debe ser prevenida, evitando así sus complicaciones, que incluyen isquemia miocárdica perioperatorio, arritmias, coagulopatías, infección de la herida quirúrgica y hospitalización prolongada. Por todo lo anterior la temperatura debe de



ser monitorizada en todo paciente quirúrgico. Con excepción de los casos en que la hipotermia esta indicada, como los son en las cirugías en las que hay alto riesgo de isquemia (cirugía de carótida, neurocirugía y cardiocirugía) la temperatura transquirúrgica debe de mantenerse cercana a los 36°C.

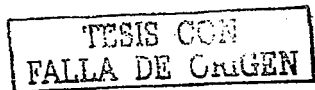
Recomendaciones.

Después de una amplia revisión de la literatura al respecto de la hipotermia perioperatoria, y la conclusión de que es una complicación de las más frecuentes en anestesiología, que se relaciona a su vez con múltiples y variadas complicaciones perioperatorias y de acuerdo al consenso de hipotermia perioperatoria, en el presente trabajo hacemos las siguientes recomendaciones generales al respecto:

1. La temperatura central debe siempre mantenerse cercana a 36°C, excepto en los casos de hipotermia inducida intencionadamente.

2. La temperatura central debe ser siempre monitorizada en niños. Se puede omitir la monitorización de la temperatura en adultos de bajo riesgo para hipotermia maligna o que vayan a ser sometidos a un procedimiento quirúrgico bajo anestesia regional (o anestesia general con duración menor a 30 minutos).

3. La temperatura monitorizada debe, siempre, aproximarse a la central. El método de elección dependerá del paciente y el procedimiento a realizarse. Se puede monitorizar la temperatura en la membrana timpánica, en esófago, en nasofaringe y en la arteria pulmonar, ya que todos estos métodos detectan cambios rápidos en la temperatura. La monitorización térmica rectal y vesical, por lo tanto, sólo se recomienda en aquellos casos en los que no se esperen cambios bruscos en la temperatura.



4. Como siempre hay posibilidad de que se desarrolle hipotermia perioperatoria, se sugiere de manera rutinaria instaurar medidas preventivas, que se individualizarán a cada caso.

5. La temperatura ambiente debe de ser mantenida entre 21-24°C para pacientes adultos, y entre 21 - 26°C para pacientes pediátricos, con un 40-60% de humedad.

6. Los gases anestésicos deben siempre ser calentados y humidificados por los filtros apropiados. También es conveniente usar bajo flujo de gases frescos y circuitos semi-cerrados y canister con cal sodada.

7. En los pacientes pediátricos es mandatorio precalentar las soluciones que se administrarán, a 38°C. En los adultos, ésta medida, se aplicará sólo en casos seleccionados.

8. Siempre se recomiendan métodos de calentamiento externo activo. En pacientes pediátricos los rayos infrarrojos y/o el colchón térmico se deben de usar durante la preparación preoperatoria. El colchón térmico deberá utilizarse en el período quirúrgico de aquellos pacientes con una superficie corporal menor a 0.5m². Los sistemas de calentamiento por aire caliente forzado siempre se instalarán en niños, debido a que su utilidad sí se ha demostrado, incluso cuando se usan en áreas corporales reducidas. En adultos se deja su uso a casos seleccionados o en pacientes con temperatura menor a 36°C.



9. Si el paciente cursa con calofrío, se indicará aumentar el aporte de oxígeno suplementario y calentar activamente al paciente; se deja a su consideración el uso de meperidina 25mcg IV o clonidina 75mcg IV.

10. El paciente no debe de ser dado de alta de la unidad de cuidados postanestésicos hasta que se restaure la normotermia.

TESIS COM
FALLA DE CUMPLIMIENTO

Referencias bibliográficas.

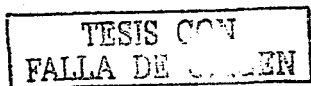
- 1.- Montanini S, Martinelle G, Torri G, Pattono P, Borzomati E, Proietti R, Baroncini S, Bertini L, Berti G.: Consensus conference on perioperative hypothermia.
- 2.- Curley FS, Irwin RS. Disorders of temperature control Part I Hypothermia. In: Rippe J. Intensive care Medicine. Lippincot, 1991:658-86.
- 3.- Coté CH.: Anestesia en Pediatría, Ed. Interamericana 2ª edición, 1995: 449-459.
- 4.- Ganong W.: Fisiología Médica, Ed. Manual Moderno 10ª edición, 1986: 555-561.
- 5.- Auerbach PS. Trastornos causados por agentes físicos y ambientales. En: Diagnóstico y Tratamiento de urgencias. Editado M T Ho, CE Saunders. Editorial Manual Moderno, México D.F. 1991.
- 6.- Sessler DI.: Complications and Treatment of Mild Hypothermia. Anesthesiology 2001; 95:531-43.
- 7.- Testar Tobar R.: Trabajos de revisión: Hipotermia en el paciente pediátrico. Revista Chilena de Anestesia – Sociedad de anestesiología de Chile Feb 2002; Vol 31, No. 1.
- 8.- Szmuk P, Rabb MF, Baumgartner JE, Berry JM, Sessler AM, Sessler DI.: Body Morphology and the Speed of Cutaneous Rewarming. Anesthesiology 2001; 95:18-21.
- 9.- Kitamura A, Hoshino T, Kon T, Ogawa R.: Patients with Disbetic Neuropathy Are at Risk of a Greater Intraoperative Reduction in Core Temperature. Anesthesiology 2000; 92:1311-18.
- 10.- Cork RC, Vaughan RW, Humphrey LS.: Precision and accuracy of intraoperative temperature monitoring. Anesth Analg 1983;62:211-214.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

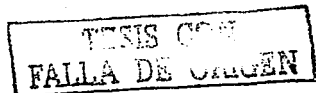
- 11.- Satinoff E.: Neural Organization and Evolution of Thermal Regulation in mammals: Several Hierarchically Arranged Integrating System May Have Evolved to Achieve Precise thermoregulation. *Science* 1978; 201:16-22.
- 12.- Jessen C, Feistkorn G.: Some Characteristics of Core Temperature Signals in the Conscious Goat. *Am J Physiol* 1984; 247:456-464.
- 13.- Simon E.: Temperature Regulation: The Spinal Cord as a Site of Extrahypothalamic Thermoregulatory Functions. *Rev Physiol Biochem Pharmacol* 1974; 71:1-76.
- 14.- Sessler DI.: Current Concepts: Mild perioperative Hypothermia. *NEJM* 1997, June;336(24):1730-1737.
- 15.- López M, Sessler DI, Walter K, Emerick T, Osaki M.: Rate and Gender Dependence of the Sweating, vasoconstriction, and shivering Thresholds in Humans. *Anesthesiology* 1994; 80:780-788.
- 16.- Vassilief N, Rosencher N, Sessler DI, Conseiller C.: Shivering Threshold Durin Spinal Anesthesia is Reduced in Elderly Patients. *Anesthesiology* 1995; 83:1162-1166.
- 17.- Buono MJ, Sjöholm NT.: Effect of Physical Training on peripheral Sweat Production. *J Appl Physiol* 1988; 65:811-814.
- 18.- Detry JMR, Brengelmann GL, Rowell LB, Wiss C.: Skin and Muscle Component of Forearm Blood Flow in Directly Heated Resting Man. *J Appl Physiol* 1972;32: 506-511.
- 19.- Flavahan NA.: The Role of Vascular Alpha-2 adrenoceptor as Cutaneous Thermosensors. *News Physiol Sci* 1991;6:251-255.
- 20.- Hales JRS.: Skin Arteriovenous Anastomoses, Their Control and role in Thermoregulation. Eds. *Cardiovascular Shunts Phylogenetic, ontogenetic and clinical aspects*. Copenhagen, Denmark: Munksgaard, 1985:433-451.



- 21.- Brück K, Baum E.: Cold-adaptive Modifications in man induced by Repeated Short-term Cold-exposures and During a 10-day and night cold-exposure. *Pflügers Arch* 1976;363:125-133.
- 22.- Takahashi H, Nakamura S, Shirahashe H, Yoshida T, Yoshimura M.: Heterogeneous Activity on BRL35135, a Beta-3 adrenoceptor agonist, in Thermogenesis and Increased Blood Flow in Brown Adipose Tissue in Anesthetized Rats. *Clin Exp Pharmacol Physiol* 1994;21:539-543.
- 23.- Ricquier D, Casteilla L.: Molecular Studies of the Uncoupling Protein. *Faseb J* 1991;5:2237-2242.
- 24.- Just B, Delva E, Camus Y.: Oxygen Uptake Durin Recovery Following Naloxone: Relationship With Intraoperative Heat Loss. *Anesthesiology* 1992; 76:60-64.
- 25.- Annadata RS, Sessler DI.: Desflurane slightly increases The Sweating Threshold, but Produces Marked Nonlinear Decrease in the Vasoconstriction and Shivering Thresholds. *Anesthesiology* 1995; 83:1205-1211.
- 26.- Washington DE, Sessler DI.: Thermoregulatory Responses to Hypothermia During Isoflurane Anesthesia in Humans. *J Appl Physiol* 1993; 74:82-87.
- 27.- Xiong J, Kurz A, Sessler DI.: Isoflurane Produces Marked and Nonlinear decrease in the Vasoconstriction and Shivering Thresholds. *Anesthesiology* 1996; 85:240-245.
- 28.- Kurz A, Go JC, Sessler DI.: Alfentanil Slightly Increases the Sweating Thresholds and Markedly Reduces the Vasoconstriction and Shivering Thresholds. *Anesthesiology* 1995; 83:293-299.
- 29.- Matsukawa T, Kurz A, Sessler DI.: Propofol Linearly Reduces The Vasoconstriction and Shivering Thresholds. *Anesthesiology* 1995; 82:1169-1180.

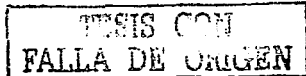


- 30.- Ikeda T, Kim JS, Sessler DI, Negishi C, Turakhia M, Jeffrey R.: Isoflurane Alters Shivering Patterns and Reduces Maximum Shivering Intensity. *Anesthesiology* 1998 April;88(4):866-873.
- 31.- Liu M, Hu X, Liu J.: The Effect of Hypothermia on Isoflurane MAC in Children. *Anesthesiology* 2001;94:429-32.
- 32.- Franks NP, Lieb WR.: Temperature Dependence of the Potency of Volatile General Anesthetics. *Anesthesiology* 1996 March;84(3):716-720.
- 33.- Hinson JM, Sessler DI, Moayeri A.: Absence of Nonshivering Thermogenesis in Anesthetized Adult Humans. *Anesthesiology* 1993; 79:695-703.
- 34.- Plattner O, Semsroth M, Sessler DI, Wagner O.: Lack of Nonshivering Thermogenesis in infants anesthetized with Fentanyl and Propofol. *Anesthesiology* 1997; 86:772-777.
- 35.- Sessler DI.: Poikilothermia in Man. *Anesthesiology* 1998 March;88(3):841-842.
- 36.- Kurz a, Xiong J, Sessler DI.: Desflurane Reduces the Gain of Thermoregulatory Arteriovenous Shunt Vasoconstriction in Humans. *Anesthesiology* 1995; 83: 1212-1219.
- 37.- Matsukawa T, Sessler DI, Sessler AM.: Heat Flow and Distribution During Induction of General Anesthesia. *Anesthesiology* 1995; 82:662-673.
- 38.- Kurz A, Sessler DI, Kurz M.: Heat Balance and Distribution Durin the Core-Temperature Plateau in Anesthetized Humans. *Anesthesiology* 1995; 83:491-499.
- 39.- Matsukawa T, Sessler DI, Christensen R, Osaki M, Schroeder M.: Heat Flow and Distribution during Epidural anesthesia. *Anesthesiology* 1995 November;83(5):961-967.
- 40.- Emerick TH, Osaki M, Sessler DI, Walters K.: Epidural Anesthesia Increases Apparent Leg Temperature and Decreases the Shivering Thresholds. *Anesthesiology* 1994; 81:289-298.

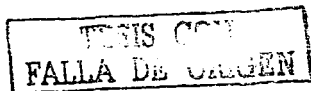


- 41.- Kurz A, Sessler DI, Kurz M.: Thermoregulatory Response Thresholds During Spinal Anesthesia. *Anesth Analg* 1993; 77:721-726.
- 42.- Sessler DI, Ponte J.: Shivering During Epidural Anesthesia. *Anesthesiology* 1990; 72:816-821.
- 43.- Glosten B, Sessler DI, Carl L.: Central Temperature Changes are Poorly Perceived edaDuring Epidural Anesthesia. *Anesthesiology* 1992; 77:10-16.
- 44.- Leslie K, Sessler DI.: Reduction in the Shivering Threshold Is Proportional to Spinal Block Height. *Anesthesiology* 1996 June;84(6):1327-1331.
- 45.- Frank SM, El-Rahmany HK, Cattaneo CG, Barnes RA.: Predictors of Hypothermia during Spinal Anesthesia. *Anesthesiology* 2000;92:1330-34.
- 46.- Riley ET, Cohen SE.: Sympathectomy and Rdistribution Are Not Only Causes of Hypothermia. *Anesthesiology* 1998 June;88(6):1685-1686.
- 47.- Bredahl C, Hindsholme KB.: Changes in Body Heat During Hip Fracture Surgery: a comparison of Spinal Analgesia and General Anesthesia. *Acta Anesthesiol Scand* 1991; 35:548-552.
- 48.- Shimosato S, Etsten BE.: The Role of the Venus System in Cardiocirculatory Dynamics During Spinal and Epidural Anesthesia in Man. *Anesthesiology* 1969; 30: 619-628.
- 49.- Sessler DI, Sessler AM.: Experimental Determination of Heat Flow Parameters during Induction of General Anesthesia. *Anesthesiology* 1998 September;89(3):657-665.
- 50.- Sharkey A, Lipton JM.: Inhibition of Postanesthetic Shivering with Radiant Heat. *Anesthesiology* 1987; 66:249-252.
- 51.- Capogna G, Celleno D.: Clonidine for Postextradural Shivering in parturient: A Preliminary Study. *Br J Anesthes* 1993; 71:294-295.

- 52.- Guffing A, Kaplan JA.: Shivering Following Cardiac Surgery. *J Cardiothorac Anesth* 1987; 1:24-28.
- 53.- Kurz M, Belani KG, Sessler DI.: Naloxones, meperidine and shivering. *Anesthesiology* 1993; 79: 1193-1202.
- 54.- Eilers H, Bickler PE.: Hypothermia and isoflurane similarly inhibit glutamate release evoked by chemical anoxia in rat cortical brain slices. *Anesthesiology* 1996; 85:600-607.
- 55.- Sheller MS, Branson PJ.: A comparison of the Effects of Neuronal Golgi Morphology, assessed with electron Microscopy, of Cardiopulmonary Bypass, Low-flow Bypass, and circulatory arrest During Profund Hypothermia. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992; 104:1396-1404.
- 56.- Plattner O, Kurz A, Sessler DI, Ikeda T, Christensen R, Marder D, Clough D.: Efficacy of Intraoperative Cooling Methods. *Anesthesiology* 1997 Novembre;87(5):1089-1095.
- 57.- Nguyen NT, Fleming NW, Singh A, Lee SJ, Goldman CD.: Evaluation of Core Temperature During Laparoscopic and Open Gastric Bypass. *Surg Endosc* 2000. Sept; 14(9):787-790.
- 58.- Navarro JR, Gutierrez MA, Restrepo FJ.: Cirugia Laparoscópica en Profamilia. Implicaciones en la Paciente Ambulatoria. *Revista colombiana de Anestesiología* Vol 31 No. 1
- 59.- Danelli G, Berti M, Perotti B, Albertin A, Bacari P, Deni F, Fanelli G, Casati A.: Temperature control and Recovery of the Bowel Function After laparoscopic or Laparotomic colorectal Surgery In Patients Receiving Combined Epidural general Anesthesia and postoperative Epidural Anesthesia. *Anesth Analg* 2002; 95: 467-471.



- 60.- López P.: Complicaciones transoperatorias asociadas al capnoperitoneo en cirugía laparoscópica. Rev Médica del Hospital General de México 2002 Jul-sept; Vol 65(3).
- 61.- Matsuda M, Sekikawa T, Onoder K, Asama T, Chikam K, Inove M, Kasai S.: Develpment of a New Membrene-type Heated Humidifier for Laparoscopic Surgery. Surg Endosc 2003, April 28.
- 62.- Hazebroek EJ, Sclureve MA, Visser P, De Bruin RW, Market RL, Bonjer HJ.: Impact of Temperature and humidity of Carbon Dioxide Pneumoperitoneum on Body temperature and peritoneal Morphology. J Laparo Endosc Adv Surg Tech A 2002. Oct;12 (5):355-364.
- 63.- Jacobs VR, Morrison JE.: Warmed Insuflation Carbon Dioxide Gas For Laparoscopic Cholecystectomy. Surg Endosc 2002, Sept; 14(9): 787-790.
- 64.- Saad S, Minor I, Mohri T, Nagelschunidt M. The Clinical Impact of Warmed Insuflation carbon Dioxide Gas for laparoscopic Cholecystectomy. Surg Endosc 2001. Oct;15(10): 1244-45.
- 65.- Demco L.: 4th Annual World Symposium of Mew Techniques os Diagnostic Laparoscopy Spomsored By the Society of Laparoscopic Surgeons. Miami, Florida, Feb 2002.
- 66.- Wass CT, Lanier WL.: Temperature Changes of $<1^{\circ}\text{C}$ Alter Functional neurologic Outcome and Histopathology in a Canine Model of Complete Cerebral Ischemia. Anesthesiology 1995; 83:325-335.
- 67.- Marion DW, Penrod LE.: Treatment of Traumatic Brain Injured with moderate Hypothermia. NEJM 1997; 336:540-546
- 68.- Iaizio PA, Kehler CH, Car RJ, Sessler DI.: Prior Hypothermia Atenuates Malignant Hyperthermia in Susceptible Swine. Anesth Analg 1996; 82:803-809.



- 69.- Villar J, Slutski ASS.: Effect of Induce Hypothermia in Patients with Septic Adult Respiratory distress Syndrome. Resuscitation 1993; 26:183-192.
- 70.- Frank SM, Higgins MS, Breslow MJ, Fleisher LA, Gorman RB, Sitzmann JV, Raff H, Beattle C.: The Catecholamine, Cortisol, and Hemodynamic Responses to Mild Perioperative Hypothermia. Anesthesiology 1995 January;82(1):83-93.
- 71.- Carli F, Emery PW.: Effect of Perioperative Normothermia on Postoperative Protein Metabolism in Elderly Patients Undergoing Hip Arthroplasty. Br J Anesth 1989;63:276-282.
- 72.- Kurz A, Sessler DI.: Perioperative Normothermia to Reduce the Incidence of Surgical-Wound infection and Shorten Hospitalization. NEJM 1996; 334: 1209-1215-
- 73.- Lenhardt R, Marker E, Goll V, Tschernich H, Kurz A, Sessler DI, Narzr E, Franz L.: Mild Intraoperative Hypothermia Prolongs Postanesthetic Recovery. Anesthesiology 1997 December;87(6):1318-1323.
- 74.- Beillin B, Shavit Y, Razumovsky J, Wolloch Y, Zeidel A, Bessler H.: Effects of Mild Perioperative Hypothermia on Cellular immune Responses. Anesthesiology 1998 November;89 (5):1133-1140.
- 75.- Michelson AD, Mc Gregor H, Kestin AS, Valeri CR.: Reversible Inhibition of Human Platelet Activation By Hypothermia in vivo and in vitro. Thromb Aemost 1994; 71:633-640.
- 76.- Reed RL, Hudson JD.: The Disparity Between Hypothermic coagulopatya and Clothing Studies. J Trauma 1992; 33:465-470.
- 77.- Schmied H, Kurz A, Sessler DI.: Mild Hypothermia increase Blood Loss and Transfusion requirements During Total Hip Arthroplasty. Lancet 1996; 347:289-292.



- 78.- Frank SM, Fleisher LA, Breslow MJ.: Perioperative maintenance of Normothermia Reduces the Incidence of Morbid Cardiac Events: A Randomized Clinical Trial. JAMA 1997; 227:1127-1134-
- 79.- Tanaka M, Nagasaki G, Nishikawa T.: Moderate Hypothermia Depress Arterial Baroreflex Control of Heart Rate during, and Delays Its Recovery after, General Anesthesia in Humans. Anesthesiology 2001;95:51-55.
- 80.- Frank SM, Fleisher LA, Olson KF, Gorman RB, Higgins MS, Breslow MJ, Stzmann JV, Beattle C.: Multivariate Determinants of Early Postoperative Oxygen Consumption in Elderly Patients. Anesthesiology 1995 August;83(2):241-249.
- 81.- Leslie K, Sessler DI.: Mild Hypothermia Alters Propofol Pharmacokinetics and Increase the Duration of Action of Atracurium. Anesth Analg 1995; 80: 1007-1014.
- 82.- Heier T, Caldwell JE, Sessler DI, Miller RD.: Mild Intraoperative Hypothermia increase Duration of Action and Spontaneous Recovery of Vecuronium Blockade Durin Nitrous Oxide-Isoflurane Anesthesia in Humans. Anesthesiology 1991; 74:815-819.
- 83.- Lenhardt R, Kurz A, Sessler DI.: Intraoperative Hypothermia Prolongs Duration of Postoperative Recovery. Anesthesiology 1995;83 suppl: A 1114- A 1114.
- 84.- Sessler DI.: A Proposal for New Temperature Monitoring and Thermal Management Guidelines. Anesthesiology 1998 November;89(5):1298-1300.
- 85.- Stone JG, Young WL, Smith CR, Solomon RA, Wald A, Ostapkovich N, Shrebnick DB.: Do Estándar Monitoring Sites Reflect True Brain Temperature when Profound Hypothermia Is Rapidly Induced and Reversed?. Anesthesiology 1995 February;82(2):344-351.
- 86.- Hidman BJ, Dexter F.: Estimating Brain Temperature during Hypothermia. Anesthesiology 1995 February;82(2):329-330.



- 87.- Takashi M, Sessler DI, Sessler AM, Schroeder M, Azaki M, Kurz A, Cheng C.: Heat Flow and Distribution during Induction of General Anesthesia. *Anesthesiology* March 1995;82(3):662-673.
- 88.- Junicki PK, Higgins MS, Janssen J, Johnson RF, Beattle C.: Comparison of Two Different Temperature Maintenance Strategies during Open Abdominal Surgery. *Anesthesiology* 2001;95:868-874.
- 89.- Gali B, Findlay JY, Plevak DJ.: Skin Injury with the Use of a Water Warmin Device. a CASE REPORT. *Anesthesiology* 2003;98:1509-10.
- 90.- Kabbara A, Goldlust SA, Smith CE, Hagen JF, Pinchak AC.: Randomized Prospective Comparison of Forced Air Warming Using Hospital Blankets versus Commercial Blanket in Surgical Patients. *Anesthesiology* 2002;97:338-44.
- 91.- Clough D, Kurz A, Sessler DI, Christensen R, Xiong J.: Thermoregulatory Vasoconstriction Does Not Impede Core Warming during Cutaneous Heating. *Anesthesiology* 1996 August;85(2):281-288.
- 92.- Fleisher LA, Metzger SE, Lam J, Harris A.: Perioperative Cost-finding Analysis of the Routine Use of Intraoperative Forced-air Warming During General Anesthesia. *Anesthesiology* 1998 May;88(5):1357-1364.
- 93.- Werholf V.: Hotline Fluid Warming Fails to Mantain Normothermia. *Anesthesiology* 1996 June;84(6):1520-1521.

