

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

**INCIDENCIA DE HIPOTERMIA TRANSOPERATORIA
EN CIRUGÍA ELECTIVA ORTOPÉDICA**

YOLANDA MARÍA ANDREA CASTAÑEDA ARTHUR

Tesis

**Presentada ante las autoridades de la
Escuela de Estudios de Postgrado de la
Facultad de Ciencias Médicas**

**Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología
Para obtener el grado de
Maestra en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología**

Enero 2018



ESCUELA DE
ESTUDIOS DE
POSTGRADO

Facultad de Ciencias Médicas Universidad de San Carlos de Guatemala

PME.OI.355.2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

HACE CONSTAR QUE:

El (la) Doctor(a): Yolanda Maria Andrea Castañeda Arthur

Registro Académico No.: 200311218

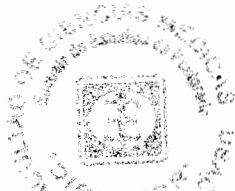
Ha presentado, para su EXAMEN PÚBLICO DE TESIS, previo a otorgar el grado de Maestro(a) en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología, el trabajo de TESIS **INCIDENCIA DE HIPOTERMIA TRANSOPERATORIA EN CIRUGÍA ELECTIVA ORTOPÉDICA**

Que fue asesorado: Dra. Alfa Maricruz Palacios López

Y revisado por: Dr. Eddy René Rodríguez González MSc.

Quienes lo avalan y han firmado conformes, por lo que se emite, la ORDEN DE IMPRESIÓN para **enero 2018**

Guatemala, 15 de noviembre de 2017




Dr. Carlos Humberto Vargas Reyes MSc.

Director

Escuela de Estudios de Postgrado


Dr. Luis Alfredo Ruiz Cruz MSc.

Coordinador General

Programa de Maestrías y Especialidades



/mdvs

2ª. Avenida 12-40, Zona 1, Guatemala, Guatemala

Tels. 2251-5400 / 2251-5409

Correo Electrónico: especialidadesfacmed@gmail.com

Ciudad de Guatemala, 29 de marzo de 2017

Doctora

GLADIS JULIETA GORDILLO CABRERA

Docente Responsable

Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología

Hospital Roosevelt

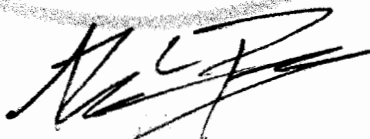
Presente

Respetable Dra. Gordillo:

Por este medio informo que he asesorado a fondo el informe final de graduación que presenta la Doctora **YOLANDA MARÍA ANDREA CASTAÑEDA ARTHUR** Carné **200311218** de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología, el cual se titula **"INCIDENCIA DE HIPOTERMIA TRANSOPERATORIA EN CIRUGÍA ELECTIVA ORTOPÉDICA"**.

Luego de asesorar, hago constar que la **Dra. Castañeda Arthur**, ha incluido las sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior emito el dictamen positivo sobre dicho trabajo y confirmo está listo para pasar a revisión de la Unidad de Tesis de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas.

Atentamente,



Dra. Alfa Maricruz Palacios López
Asesora de Tesis

Ciudad de Guatemala, 29 de marzo de 2017

Doctora

GLADIS JULIETA GORDILLO CABRERA

Docente Responsable

Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología

Hospital Roosevelt

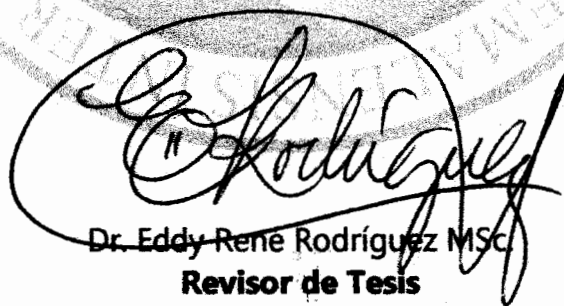
Presente.

Respetable Dra. Gordillo:

Por este medio informo que he revisado a fondo el informe final de graduación que presenta la Doctora **YOLANDA MARÍA ANDREA CASTAÑEDA ARTHUR** Carné 200311218, de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología, el cual se titula **"INCIDENCIA DE HIPOTERMIA TRANSOPERATORIA EN CIRUGÍA ELECTIVA ORTOPÉDICA"**.

Luego de la revisión, hago constar que la **Dra. Castañeda Arthur**, ha incluido las sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior emito el dictamen positivo sobre dicho trabajo y confirmo que está listo para pasar a revisión de la Unidad de Tesis de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas.

Atentamente,

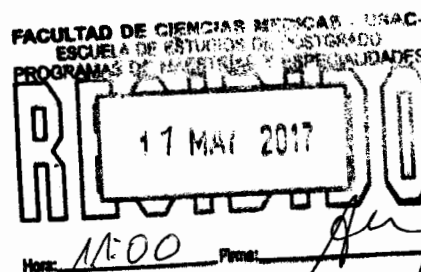


Dr. Eddy Rene Rodríguez MSc
Revisor de Tesis



A: Luis Alfredo Ruiz Cruz, MSc.
Coordinador General.
Programas de Maestrías y Especialidades.

De: Dr. Mynor Ivan Gudiel Morales
Unidad de Tesis Escuela de Estudios de Post-grado



Fecha de recepción del trabajo para revisión: 8 de Mayo 2017

Fecha de dictamen: 9 de Mayo de 2017

Asunto: Revisión de Informe final de:


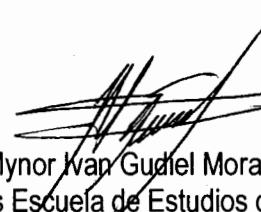
YOLANDA MARIA ANDREA CASTAÑAEDA ARTHUR

Título:

INCIDENCIA DE HIPOTERMIA TRANSOPERATORIA EN CIRUGIA ELECTIVA ORTOPEDICA

Sugerencias de la revisión:

- Solicitar impresión de tesis.



Dr. Mynor Ivan Gudiel Morales
Unidad de Tesis Escuela de Estudios de Post-grado

INDICE DE CONTENIDOS

Resumen	
I. Introducción	1
II. Antecedentes.....	3
III. Objetivo	25
IV. Material y métodos	26
4.1 Tipo de Estudio.....	26
4.2 Población	26
4.3 Selección y Tamaño de la Muestra	26
4.4 Unidad de análisis.....	26
4.5 Criterios de Inclusión y Exclusión:.....	27
4.6 Operacionalización de Variables.....	28
4.7 Instrumentos para la recolección de información	30
4.8 Procedimiento para la Recolección de Información.....	30
4.9 Procedimiento para garantizar aspectos éticos de la investigación	32
4.10 Procedimiento de análisis de la información.....	32
V. Resultados	34
VI. Discusión y Análisis.....	47
6.1 Conclusiones	50
6.2 Recomendaciones	51
VII. Referencias Bibliográficas	52
VIII. Anexos	56
IX. Permiso del autor para copiar el trabajo	58

Índice de Tablas

Tabla	Página
Tabla 1	35
Tabla 2	37
Tabla 3	40
Tabla 4	41
Tabla 5	42
Tabla 6	43
Gráfico 7	44
Gráfico 8	45
Gráfico 9	46

Índice de Graficas

Cuadro	Página
Gráfico 1	36
Gráfico 2	38
Gráfico 3	39

Resumen

INCIDENCIA DE HIPOTERMIA TRANSOPERATORIA EN CIRUGÍA ELECTIVA ORTOPÉDICA

DRA. YOLANDA MARIA ANDREA CASTANEDA ARTHUR

Hipotermia es considerada como una temperatura corporal central $<36^{\circ}\text{C}$. Es el trastorno más frecuente en pacientes quirúrgicos y está asociada con mayor morbimortalidad.

Objetivos a) Determinar la incidencia de hipotermia transoperatoria, en pacientes sometido a cirugía electiva ortopédica, en base a edad, sexo, temperatura corporal, temperatura ambiental, duración del procedimiento, hipotensión, pérdidas hemáticas y tipo de cirugía. **Material y métodos** Estudio descriptivo longitudinal, en pacientes ≥ 18 años sometido a cirugía electiva ortopédica, bajo anestesia general balanceada. La hipotermia se definió como temperatura timpánica $<36^{\circ}\text{C}$. La comparación de las variables cuantitativas fue con la prueba exacta de Fisher y se utilizó la correlación de spearman para las cuantitativas. **Resultados** Se incluyeron 349 pacientes. La incidencia de hipotermia inadvertida varió entre 8.5% a 15.6%, asociada a edad ≥ 65 años, duración de la cirugía, perdidas hemáticas, hipotensión, cirugía de columna o miembro inferior y temperatura ambiental. **Conclusiones** Los pacientes que presentaron hipotermia transoperatoria mostraron ciertas características, las cuales eran identificables, por lo que es considerado necesario tomar medidas preventivas y hace necesaria una guía de actuación de prevención en estos pacientes de riesgo para un mejor resultado.

Palabras clave: hipotermia, anestesia, temperatura.

I. Introducción

La hipotermia perioperatoria se asocia a todo proceso anestésico-quirúrgico. Hipotermia es definida como una temperatura corporal central $<36^{\circ}\text{C}$. Es el trastorno más frecuente en pacientes quirúrgicos y está asociada con mayor morbimortalidad, por lo que la temperatura del paciente quirúrgico debería ser una constante vital más, en todos los pacientes quirúrgicos; sin embargo, es el parámetro fisiológico menos valorado y la alteración de la termorregulación transoperatoria más frecuente, es la hipotermia inadvertida.^{1,2}

En el departamento de Anestesiología del Hospital Roosevelt no se contaba con datos incidencia de hipotermia transoperatoria en cirugía electiva ortopédica; sabiendo que la hipotermia transoperatoria aumenta la incidencia de efectos adversos, el objetivo principal de esta investigación fue: determinar la incidencia de hipotermia transoperatoria, en pacientes sometido a cirugía electiva ortopédica, en base a edad, sexo, temperatura corporal, temperatura ambiental, duración del procedimiento, hipotensión, pérdidas hemáticas y tipo de cirugía, en pacientes ≥ 18 años con anestesia general balanceada en dicho departamento durante el año 2,015.

La incidencia de hipotermia transoperatoria reportada, tiene un amplio rango de variación (del 6% al 90%), dependiendo del tipo de cirugía.^{3,4} En Australia, según Moola S, en el 2011, la incidencia puede ser entre el 50 al 90% inclusive.⁵ En el estudio realizado por Castillo Monzón C.G y colaboradores, se encontró una frecuencia de hipotermia inadvertida del 56.29%, similar a la que se presentó en Uruguay, en la hipotermia en el posoperatorio en el Hospital Universitario (67%).^{6,7} Y por último, en un estudio realizado por Álvarez Reyes, J.R, en el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, sobre factores protectores y de riesgo de hipotermia transoperatoria en pacientes geriátricos que se les realizó resección transureteral de próstata, se obtuvo una incidencia de hipotermia leve transoperatoria del 24.1%.⁸

En la presente investigación se observó un incidencia de hipotermia transoperatoria leve de un 12%, en la población de la que se extrajo la muestra, la incidencia podría variar entre 8.5% a 15.6%.⁹ La incidencia de hipotermia moderada fue menor del 1%, no se presentaron casos de hipotermia severa. Se observó una tendencia de aumento de la frecuencia de hipotermia según aumentaba la duración del procedimiento al igual que con las pérdidas hemáticas cuantificadas durante el procedimiento. La hipotermia estuvo presente en casi el 60% de los pacientes con hipotensión. Las cirugías de miembro inferior y de columna se consideraron factores de riesgo de hipotermia. Al calcular el promedio de la temperatura

ambiental se observó que a los pacientes con hipotermia les correspondían valores de temperatura ambiental menores que a los pacientes sin hipotermia. La implementación de métodos que protejan al paciente de la hipotermia puede tener un profundo efecto en su seguridad. Por lo tanto, es importante tener una guía de manejo adecuado, personalizada para el hospital y que todos los miembros en sala de operaciones la conozcan para evitar esta complicación.

II. Antecedentes

La incidencia de hipotermia transoperatoria reportada tiene un amplio rango de variación (del 6% al 90%) dependiendo del tipo de cirugía. En Australia, según Moola S, en el 2011, la incidencia puede ser entre el 50 al 90% inclusive.⁷ En ese mismo año, podemos mencionar lo opuesto al indicar que en el Hospital de las Fuerzas Armadas del Arabia Saudita, según Al-Qahtani la incidencia de la hipotermia inadvertida fue de 1.5%.⁸ En el estudio realizado en Colombia, en el 2013 por, Castillo Monzón C.G y colaboradores, se encontró una frecuencia de hipotermia inadvertida del 56.29%, similar a la que se presentó en Uruguay, en la hipotermia en el posoperatorio en el Hospital Universitario (67%).^{1, 3} Por último, en un estudio realizado por Álvarez Reyes, J.R, en el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, sobre factores protectores y de riesgo para hipotermia transoperatoria en pacientes geriátricos que se les realizó resección transureteral de próstata, se obtuvo una incidencia de hipotermia leve transoperatoria del 24.1%.⁹

Es importante mencionar, que en el estudio realizado por Castillo Monzón C.G y colaboradores, del total de los pacientes que presentaron hipotermia a su llegada a reanimación, el 40,72% presentaron hipotermia leve y el 0,6%, hipotermia moderada. El rango de edad fue de 17 a 89 años. Cuando se compararon las características de los pacientes (análisis bivariable), se encontraron diferencias significativas ($p < 0,02$) entre el grupo de normotermia e hipotermia en grupo etario, sexo, obesidad ($IMC \geq 30$) y clasificación ASA.

Esta complicación no recibe la monitorización adecuada y además se encuentra infravalorada. Tanto así, que existen conceptos muy variados en cuanto al valor de definición de hipotermia y el rango de temperatura normal del paciente.

La hipotermia tiene complicaciones tanto a corto como a largo plazo, dentro de las más comunes están: la hospitalización prolongada, el aumento de la incidencia de infección de la herida operatoria, deterioro de la coagulación e isquemia miocárdica entre otros.

Por ejemplo, aun con apenas una mínima diferencia de 1,3 °C en la temperatura central, Frank demostró que existe un aumento en la incidencia de morbilidad cardíaca que oscila entre el 1,4% y el 6,3% en población con factores de riesgo cardiovasculares. En un metaanálisis, en el 2008, conducido por Rajagopalan, que incluyó varios procedimientos

quirúrgicos, reveló que incluso la hipotermia leve ($<1\text{ }^{\circ}\text{C}$) aumenta significativamente la pérdida sanguínea en aproximadamente un 16% (4%–26%) e incrementa el riesgo relativo de transfusión en aproximadamente un 22% (3%–37%).¹

La prevención de la hipotermia, en el período perioperatorio, además de evitar las complicaciones para el paciente, puede resultar en una disminución de los costos para la institución hospitalaria. Según un estudio realizado por Welch, T.C, sobre el manejo de la hipotermia, la pérdida de $1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ puede resultar en un efecto adverso acumulativo. Estos efectos adversos, pueden añadir un costo adicional entre \$2.500 y \$7.000 por paciente. El retorno a la temperatura normal, frecuentemente, requiere de 2 a 5 horas, dependiendo de la severidad de la hipotermia y de la edad del paciente. Los costos aproximados de una hora de cuidados en la sala de recuperación post operatoria, son de \$100 por paciente, sugiriendo entonces un costo adicional para la recuperación de la temperatura normal del paciente con hipotermia de \$ 200 a \$ 500.¹⁰

Fisiología de la Termorregulación

La temperatura con que la sangre llega al hipotálamo será el principal determinante de la respuesta corporal a los cambios climáticos.¹¹

El hipotálamo, tiene un doble sistema de regulación de la temperatura. Así, la porción anterior o rostral, que está compuesta por centros parasimpáticos, es la encargada de disipar el calor, mientras que en la posterior con centros simpáticos, conserva y mantiene la temperatura corporal.¹¹

Cuando se origina un daño en la región posterior en animales de experimentación, la respuesta que se obtiene es: hipotermia prolongada e incapacidad para reaccionar al frío. Parece ser, también, que la poiquiloteria relativa es el resultado de lesiones en la porción posterior del hipotálamo. Lesiones localizadas en la región anterior o rostral incapacitan al animal de experimentación para perder calor.¹¹

Como ya mencionamos, el principal determinante de la respuesta corporal a los cambios climáticos, es la temperatura con que la sangre alcanza a las regiones del hipotálamo antes mencionadas. Cuando las neuronas del centro hipotalámico anterior o rostral (sensibles al calor) se excitan, se ponen en marcha una serie de mecanismos encaminados a producir

termólisis, inhibiéndose el centro hipotalámico posterior (conservador de la temperatura), lo que origina una inoperancia de todos los mecanismos termogénicos, disminuyendo el metabolismo, el tono muscular también y de forma progresiva la producción de hormona tiroidea. La inhibición de los centros simpáticos hipotalámicos conduce a una vasodilatación tal, que puede aumentar hasta ocho veces el índice de transferencia de calor a la piel. Todo ello conduce a una disminución de la temperatura. ¹¹

La estimulación del centro anterior disminuye la temperatura mediante la activación de la producción de sudor y el jadeo. Las glándulas sudoríparas están bajo el control del sistema nervioso simpático, e influidas por estímulos colinérgicos. ¹¹

Las células de la región posterior (conservadora de calor), son las encargadas de predeterminar la temperatura de 37°C. El mantenimiento de la temperatura y las reacciones necesarias para conservarla se realiza a través de impulsos que llegan de la periferia (receptores térmicos) y de la temperatura con que la sangre llega al hipotálamo, siendo estos impulsos conducidos hacia la región posterior hipotalámica. La zona anterior, respondería a estos estímulos con la puesta en marcha de mecanismos que conducirían a una pérdida de calor (sudoración y jadeo). ¹¹

La vía principal de los impulsos que implican a ambos mecanismos (producción y pérdida de calor) llega al hipotálamo lateral, de ahí a la porción media cerebral, tegumento pontino, formación reticular, médula y desde las fibras simpáticas a los vasos cutáneos, glándulas sudoríparas y fibras motoras musculares. ¹¹

La respuesta hormonal a los cambios de temperatura es mediada por el sistema hipotálamo-hipofisario. En situaciones de hipotermia se produciría liberación de la hormona estimulante de la tiroides (TSH), hormona adrenocorticotropa (ACTH), y consecuentemente de hormonas tiroideas y corticoides. La liberación de aldosterona en la hipertermia sería independiente de la producción de ACTH. ¹¹

También los neuropéptidos pueden jugar un importante papel como neurotransmisores en la termorregulación. En animales de experimentación, se ha visto que, un número de neuropéptidos están implicados en el control de la temperatura corporal: la neurotensina produce hipotermia cuando se inyecta en el cerebro; la hormona liberadora de tirotrópina (TRH) es hipotérmica en conejos y ratas, pero la respuesta varía si la inyección es

intraventricular; la naloxona no parece tener un efecto importante sobre la temperatura corporal; la somatostatina que no altera la temperatura basal, potencia la hipotermia inducida por barbitúricos e inhibe los efectos hipotérmicos de la dopamina, apomorfina y beta-endorfina.¹¹

Todos estos péptidos han demostrado efectos sobre la termorregulación; sin embargo, su papel sobre el mantenimiento de la temperatura corporal y las variaciones diurnas de la fiebre están en espera de aclararse.¹¹

Los animales superiores, del tipo homeotermos, tienden a mantener constante su temperatura corporal, esta constante, no es una cifra exacta, existiendo un ritmo circadiano con pico de temperatura entre las 18 y 22 horas del día, siendo mínima entre las 2 y las 4 de la madrugada; hay también diferencias entre distintos puntos del cuerpo y en algunos estados fisiológicos, también existen cambios fisiológicos debidos a alteraciones hormonales en la mujer, relacionándolos con la temperatura.¹¹

La temperatura de los tejidos profundos del organismo o temperatura central permanece muy constante con un margen de $\pm 0.6^{\circ}\text{C}$, de hecho una persona desnuda puede exponerse a temperaturas tan bajas como 13°C , o tan altas como 54°C , con un aire seco y mantener una temperatura central casi constante. Los mecanismos que regulan la temperatura corporal constituyen un sistema regulador de maravilloso diseño.¹²

La temperatura de la piel a diferencia de la central aumenta y descende con la temperatura del entorno. La temperatura de la piel, tiene interés por la capacidad que tiene la piel de desprender calor al entorno.¹²

No existe una sola temperatura central que pueda considerarse normal, porque las mediciones efectuadas en muchas personas sanas revelan un intervalo normal de temperaturas bucales, desde 36°C hasta más de 37.5°C . La temperatura central normal suele variar, por término medio, 36.5°C y 37°C si se mide en la boca y resulta 0.6°C más alta si se mide en el recto.¹²

La temperatura corporal aumenta con el ejercicio y varía con los extremos de temperatura ambiental, porque los mecanismos termorreguladores no son perfectos. Si el ejercicio agotador aumenta en exceso la temperatura corporal, esta puede elevarse hasta 38.3°C a

40°C. Por el contrario, si se expone el cuerpo a un frío extremo, la temperatura desciende, a menudo, por debajo de 35.5°C. ¹²

Si la tasa de producción calorífica del organismo excede a la tasa de pérdida de calor, se acumula el calor dentro del cuerpo y aumenta la temperatura corporal. En cambio, si la pérdida es mayor, desciende el calor y la temperatura corporal. ¹²

Para que la temperatura corporal sea estable, la producción de calor debe ser igual a la pérdida del mismo, esto se logra por tres mecanismos:

- Actividad muscular voluntaria,
- Actividad muscular involuntaria (escalofrío ausente),
- Termogénesis no dependiente de la actividad muscular.

La piel, los tejidos subcutáneos y en particular la grasa de los tejidos subcutáneos actúan de manera concertada como aislante térmico del organismo. La grasa tiene importancia porque conduce el calor a un tercio de la velocidad de los otros tejidos. La producción de calor se realiza por activación de los triglicéridos, que son paulatinamente hidrolizados por una enzima lipolítica. ¹²

Algunos factores que influyen la temperatura corporal son:

- Edad: los niños tienen mayor temperatura que los adultos. Los recién nacidos prematuros no controlan su temperatura corporal.
- Sexo: la mujer experimenta variaciones de su temperatura con el ciclo menstrual.
- Ritmo circadiano: ritmo diurno con cambios a lo largo del día.
- Variaciones según ejercicio, estrés emocional, fiebre y otras patologías ¹²

Los mecanismos físicos de transferencia de calor son:

- Radiación: transferencia de calor entre objetos que no están en contacto (ej., sol, estufa, etc.).
- Evaporación: transferencia de calor por la evaporación del sudor (1L de sudor= perder 5.800 calorías).
- Convección: transferencia de calor por movimiento de partículas.

- Conducción: calor transferido a objetos que están en contacto (ej., silla, etc.) ¹²

El control de la temperatura se hace por medio del SNC, específicamente a nivel del hipotálamo que produce en respuesta según el estímulo:

- Sudoración
- Vasodilatación
- Vasoconstricción
- Temblor

Mecanismos para reducir la temperatura ante un aumento del calor:

- Vasodilatación de la piel: aumenta la transferencia de calor por mecanismos físicos.
- Sudoración: depende de la humedad del ambiente.
- Inhibición de la producción de calor (metabólico).

Mecanismos para aumentar la temperatura ante un aumento del frío:

- Vasoconstricción superficial en la piel: reducción de pérdidas por radiación. Mecanismo de contracorriente.
- Aumento de la tasa metabólica: aumento del metabolismo y producir escalofríos (tiritar: contracciones musculares isométricas que producen calor).
- Piloerección: no es importante en humanos. ¹²

Clasificación de la Hipotermia

- Hipotermia Leve: 34-36°C.
- Hipotermia Moderada 30-34°C.
- Hipotermia Severa debajo de 30°C. ¹

Monitorización de la Temperatura Corporal

Históricamente, la temperatura corporal ha sido monitorizada durante la anestesia general con la finalidad de detectar Hipertermia Maligna. Sin embargo, actualmente la medición

continua de la temperatura central se utiliza también para detectar hipotermia y prevenir el sobrecalentamiento cuando se utilizan medidas de calefacción. La temperatura corporal no es uniforme en todo el organismo, por lo que, la temperatura registrada en cada localización tiene diferente significado fisiológico y práctico. La temperatura del músculo y la superficie cutánea es útil en la evaluación del tono vasomotor, mientras que la temperatura cutánea y la central son necesarias para determinar los efectos termorregulatorios de diferentes fármacos anestésicos.¹³

Tipos de Dispositivos para Monitorización de la Temperatura Corporal

Se dispone de varios métodos para monitorizar la temperatura, y como cada uno de ellos posee ventajas y desventajas, al optar por un dispositivo específico se debe considerar las necesidades de cada paciente. Los sistemas más utilizados a nivel mundial son los del tipo termocupla y los termistores electrónicos. Estos transforman el voltaje generado por la diferencia de temperatura entre dos metales adyacentes, contenidos en la sonda de medición, en una señal eléctrica cuya intensidad es proporcional a la temperatura del tejido en el que se encuentra la sonda. Estos dispositivos son sensibles y precisos en un amplio rango de temperaturas, lo que los hace muy adecuados para el uso clínico. Resultan, además, económicos por lo que en muchos países son desechables.¹⁴

Los termómetros infrarrojos son otra alternativa disponible en el mercado. Estos dispositivos estiman la temperatura de la membrana timpánica a partir de la temperatura del canal auditivo externo. También existen dispositivos de este tipo adaptados para medir la temperatura de la piel a nivel de la región frontal. Estos sistemas, al igual que los termómetros de cristal líquido que miden la temperatura a nivel de la superficie de la piel, presentan el inconveniente de que no son precisos cuando se utilizan junto a métodos de calentamiento de superficie activos en el transoperatorio debido a que el propio dispositivo también se calienta, sobreestimando el valor de la temperatura central.¹⁴

Sitios de Monitorización

El monitoreo de la temperatura central puede hacerse en distintos sitios del cuerpo y la elección de estos debe basarse en la accesibilidad, la comodidad, la seguridad y la situación clínica. Las sondas de medición de temperatura central permiten medir la temperatura de la sangre que circula a través de grandes arterias próximas al sitio de colocación.

El método estándar (Gold Standard) para la medición de la temperatura central es la monitorización térmica en la arteria pulmonar mediante un catéter. Dado lo invasivo de ese método se utilizan otros sitios con diferente grado de exactitud, pero todos suficientemente precisos: la nasofaringe, el tercio inferior del esófago, la membrana timpánica, el recto o la vejiga.

La sonda de temperatura nasofaríngea, colocada en posición, permite medir la temperatura de la arteria carótida interna adyacente. Presenta el inconveniente de que puede desplazarse hacia el esófago y se enfría con los gases inspirados, pudiendo subestimar la temperatura del compartimiento central. Las sondas colocadas en la posición del esófago distal, adyacente al arco aórtico, no presentan este problema. Las que están incorporadas a estetoscopios intraesofágicos, pueden posicionarse en el punto de máxima auscultación de latidos cardíacos.¹⁴

Las sondas que miden la temperatura de la membrana timpánica a través del canal auditivo estiman la temperatura de la carótida interna adyacente. Incluso, en situaciones clínicas que implican rápidos y grandes cambios de temperatura, como el *bypass* cardiopulmonar, estos sitios de monitorización continúan siendo confiables.¹⁴

La medición de la temperatura axilar es adecuada para estimar la temperatura central si se cumplen determinados requisitos: piel seca, brazo del paciente en aducción y colocación de la sonda en la piel inmediatamente próxima a la arteria axilar.

La temperatura de la superficie de la piel medida con sensores de cristal líquido, que se colocan en la frente, detectan cambios de 0,5 °C y, al igual que otros métodos que utilizan la superficie cutánea, son útiles para observar las tendencias de cambio de la temperatura, pero resultan inadecuados en la hipotermia leve o cuando la vasoconstricción intensa de la

piel genera un gradiente de 2°C a 3°C, con respecto a la temperatura central. Cattaneo y col., encontraron que los métodos que utilizan la temperatura de la superficie cutánea, generalmente subestiman la temperatura central, especialmente en los rangos de temperatura más bajos, debido al descenso del flujo sanguíneo cutáneo por la vasoconstricción termorregulatoria. Este tipo de monitorización puede retrasar el diagnóstico de Hipertermia Maligna, debido a que la temperatura de la piel permanece bastante más baja que la temperatura central durante la fase de ascenso de ésta. Si bien la *temperatura rectal* se correlaciona bien con la temperatura central, ésta no se incrementa adecuadamente durante la Hipertermia Maligna, en tanto que la temperatura rectal mostró el mayor grado de precisión y exactitud comparado con otros métodos y fue el único que sobreestimó la temperatura central en algunos pacientes, lo que puede deberse al efecto de aislación térmica del bolo fecal y a la producción de calor por la flora colónica.

La monitorización de la temperatura con sonda intravesical, tiene una correlación intermedia en esta situación, fundamentalmente debido a que la temperatura intravesical es, altamente dependiente del flujo urinario, acercándose a la temperatura en la arteria pulmonar, cuando el flujo es alto y a la temperatura rectal cuando el flujo es bajo.¹⁵

Indicaciones de Monitorización de la Temperatura

La temperatura corporal debe ser monitorizada en pacientes en los cuales se realizan procedimientos de cualquier tipo, bajo anestesia general, cuya duración exceda los 30 minutos, y en todos los pacientes sometidos a cirugía de más de 60 minutos de duración independientemente de la técnica anestésica empleada.¹⁴ Los objetivos principales de la monitorización de la temperatura son:

- Detección de Hipertermia Maligna. A pesar de que el ascenso de la temperatura central no es el primer signo de Hipertermia Maligna, siendo más frecuente la aparición de taquicardia y aumento de CO₂ como signos precoces, es un elemento certero de ayuda en la confirmación del diagnóstico. Se demostró, además, una disminución de la morbilidad atribuible a esta causa cuando se monitoriza este parámetro en forma adecuada.¹³
- Diagnosticar estados de hipotermia.
- Detectar sobrecalentamiento si se usan medidas de calefacción al paciente.

- Detectar la presencia de fiebre (sea por infección, sangrado del cuarto ventrículo o reacción transfusional).

En los casos en que sea necesaria la monitorización, generalmente en cualquier cirugía de duración mayor a 30 minutos, puede utilizarse la temperatura timpánica, axilar, rectal, vesical o cutánea, con las limitaciones antes referidas para cada técnica.

Hipotermia Transoperatoria

La práctica de la anestesiología ha ido incorporando de forma progresiva nuevos parámetros de monitorización, los cuales facilitan y potencian la labor del anestesiólogo en su práctica cotidiana, incrementando la seguridad de los pacientes bajo su responsabilidad. Sin embargo, la monitorización de la temperatura corporal sigue siendo una variable infravalorada y por ello infrutilizada en la gran mayoría de las intervenciones quirúrgicas llevadas a cabo. La ausencia de dicha monitorización impide, tanto, cuantificar la hipotermia transoperatoria no terapéutica de un paciente concreto, como la incidencia global del problema. La hipotermia moderada siempre ha sido asumida como un hecho acompañante e inevitable del proceso anestésico quirúrgico con una duración entre 1 y 2 horas.¹⁶

La importancia de detectar dicha hipotermia radica en que se la ha correlacionado con un aumento de la morbilidad transoperatoria: alteraciones de la coagulación, prolongación de la farmacocinética, acidosis metabólica, aumento de incidentes cardiovasculares y mayor incidencia de infecciones postoperatorias.¹⁶

Balance Térmico Transoperatorio

Una definición fisiológica de hipotermia es el descenso de la temperatura central mayor a una desviación estándar por debajo de la media, en condiciones basales y en un entorno térmico neutro. Sin embargo, resulta más práctico considerar rangos de normalidad en base a criterios clínicos, más que fisiológicos. En el hombre la respuesta efectiva a los cambios del contenido de calor corporal depende de factores conductuales y autonómicos, tales como cambios en el tono vascular en la piel y el músculo, la termogénesis generada por temblor y la sudoración.¹⁷ La “temperatura objetivo” puede definirse como un estrecho rango de temperatura (36.7 - 37.1°C para el hombre), en el cual no se detecta ninguna respuesta efectora. Este punto de corte ha sido denominado también “zona de termoneutralidad” o

“intervalo interumbral” y es característico de los humanos. Es de 0.4°C, pero puede aumentar a 4°C durante la anestesia general.¹⁶

Podemos diferenciar dos compartimentos térmicos en el cuerpo humano, un compartimiento central y otro periférico. El compartimiento central está formado por tejidos con elevada perfusión sanguínea y que mantienen una temperatura relativamente constante. En este compartimento la distribución del calor se realiza a una velocidad mayor que la de los cambios del contenido de calor habituales en el organismo. El compartimento periférico se compone anatómicamente por los miembros superiores e inferiores. Los tejidos que lo forman se caracterizan, en contraposición al compartimento central, por la ausencia de homogeneidad y la variabilidad en el tiempo de la temperatura, la que se encuentra generalmente entre 2 y 4°C por debajo de la temperatura central en condiciones ambientales de temperaturas moderadas.¹³

Todo o parte del calor generado en el metabolismo corporal debe ser disipado al ambiente para mantener el estado de normotermia. El 95% se elimina por la superficie cutánea y una proporción pequeña, vía respiratoria. El 10% de las pérdidas cutáneas de calor en el adulto se producen por evaporación (en ausencia de sudoración), y ese porcentaje es mayor en niños (especialmente en los pretérminos).¹³

Efectos de la anestesia general

La anestesia general modifica el intervalo interumbral normal (llevándolo de 0.2°C a 4°C), de modo que la respuesta termorreguladora compensatoria al frío, se desencadena a los 34-35°C y la respuesta al calor a los 38°C. La mayoría de los pacientes sometidos a anestesia general desarrollan hipotermia de modo que la temperatura desciende de 1 a 3°C, dependiendo del tipo de anestesia y su duración, de la magnitud de la exposición quirúrgica y de la temperatura ambiente. La hipotermia transoperatoria se desarrolla siguiendo un patrón característico.¹³ Durante la primera hora de la intervención la temperatura central disminuye de 1 a 1.5°C. Después de esta fase inicial experimenta una reducción lenta y lineal que dura aproximadamente dos a tres horas y, por último, el paciente entra en una fase de meseta durante la cual la temperatura permanece constante.¹³

- **Primera fase de descenso térmico:**

Durante la primera fase, la redistribución interna del calor corporal está determinada por la vasodilatación inducida por la anestesia general. Esta vasodilatación se produce debido a la reducción del umbral para la vasoconstricción por inhibición de la termorregulación a nivel central. Además, casi todos los agentes anestésicos inducen una vasodilatación periférica directa, que permite el flujo de calor desde el compartimiento central hacia los tejidos de la periferia, lo que promueve el flujo de calor desde el compartimiento central hacia el periférico (siguiendo el gradiente de temperatura), llevando a la disminución de la temperatura central. La magnitud de la redistribución depende del contenido inicial de calor corporal del paciente. La temperatura central permanece constante, aun frente a aumentos marcados de la temperatura del ambiente, pero el contenido total de calor corporal disminuye o aumenta a expensas de la absorción o pérdida de calor por los tejidos periféricos. Debido a que el flujo de calor se produce a expensas de un gradiente de temperatura (desde el compartimiento central al periférico), la magnitud de la redistribución de calor estará limitada por la reducción de este gradiente entre los dos compartimentos. Esto implica que si previo a la inducción anestésica el paciente presenta una temperatura central normal, pero una disminución marcada de la temperatura periférica, la redistribución del flujo generará hipotermia significativa a nivel central. Por el contrario, si el compartimiento periférico (brazos, piernas, piel), presenta una temperatura cercana a 37°C previo a la inducción, ésta no determinará caída de la temperatura central. Esto justifica el calentamiento activo de la piel del paciente con mantas térmicas o con aire caliente forzado en el preoperatorio de las grandes cirugías. Además de la redistribución, la hipotermia central generada en esta primera fase de la anestesia depende de la pérdida sistémica de calor, determinada a su vez por las temperaturas bajas en la sala de operaciones las grandes incisiones quirúrgicas y los líquidos intravenosos fríos.

□ **Segunda fase de descenso térmico:**

La segunda fase de la curva sigue un trayecto, casi lineal, de lento descenso de la temperatura central, que deriva de un desbalance entre la producción metabólica de calor y la pérdida de este hacia el ambiente, que la excede. La reducción del metabolismo basal durante la anestesia general alcanza al 15-40%. La pérdida de calor a través de la piel se produce por cuatro mecanismos básicos: radiación, conducción, convección y evaporación. Es en este período, en donde tienen mayor efectividad las medidas de aislamiento térmico y calentamiento activo. ¹³

□ **Tercera fase de la curva:**

Consiste en una meseta, donde la temperatura central permanece constante, aun durante cirugías prolongadas. Esta fase de plateau, puede estar mantenida en forma activa o pasiva. El mantenimiento pasivo, es consecuencia del equilibrio entre la pérdida y la producción metabólica de calor que se mantienen iguales sin la activación de los mecanismos termorregulatorios. Este fenómeno, es más frecuente en cirugías relativamente cortas en pacientes que, son adecuadamente cubiertos con materiales de buena capacidad de aislamiento térmico. Sin embargo, cuando el descenso de temperatura sobrepasa el umbral de los mecanismos de termorregulación, la fase de meseta se mantiene activamente a expensas de una vasoconstricción que disminuye la pérdida de calor y altera la distribución de calor corporal, afectando, asimismo la eficacia de los métodos de calefacción. Dichos mecanismos se activan (durante la anestesia general con las dosis habituales de los anestésicos más utilizados), a una temperatura central de 34 °C a 35°C.¹³

Efectos Secundarios de la Hipotermia Transoperatoria

Exceptuando los casos, en que la hipotermia está especialmente indicada se deben realizar todos los esfuerzos para mantener la temperatura central por encima de 36°C. Ya, en la hipotermia leve genera efectos secundarios que se acentúan cuando se alcanzan niveles de hipotermia severos.¹⁸

La evidencia proveniente de estudios controlados y randomizados vinculan la hipotermia con diversas complicaciones perioperatorias.

□ **Isquemia Miocárdica**

Clásicamente se atribuyó al temblor desencadenado por la hipotermia durante el posoperatorio una mayor incidencia de eventos isquémicos cardíacos. Si bien, hay estudios controvertidos al respecto los resultados del trabajo de Frank y col., (prospectivo y randomizado) demostraron una mayor frecuencia de ocurrencia de eventos cardíacos (angina inestable, paro cardiorrespiratorio, infarto de miocardio y taquicardias ventriculares), en el grupo de pacientes con enfermedad coronaria o de alto riesgo cardiovascular, a una temperatura central promedio de 35.4±0.1°C (6.3% vs 1.4% en el grupo control). La

hipotermia es un predictor independiente de morbilidad cardiovascular, por lo que el mantenimiento de la normotermia durante el transoperatorio se asocia con una reducción del 55% en el riesgo de sufrir eventos cardíacos adversos.^{2,13}

Nesher y col., demostraron que la Troponina I, presentaba valores más bajos entre los pacientes sometidos a cirugía cardíaca con circulación extracorpórea calentados activamente, concluyendo que, el mantenimiento de la normotermia podría disminuir la incidencia de injuria miocárdica isquémica. El mecanismo último por el cual la hipotermia leve desencadena efectos adversos cardíacos se desconoce. El aumento de catecolaminas circulantes inducido por el frío, que, determina un aumento de la presión arterial sistólica y diastólica, sobre todo en pacientes añosos, podría aumentar la irritabilidad miocárdica y predisponer la aparición de arritmias ventriculares. A favor de esta hipótesis, está el hecho de que estas arritmias son más frecuentes en los pacientes hipotérmicos.

□ **Trastornos de la Coagulación Sanguínea**

Los estudios de Shmied y col., primero y, más recientemente, los de Winkler y col., así como, la revisión de Rajagopalan muestran que la hipotermia transoperatoria, aumenta el sangrado quirúrgico y el riesgo de transfusiones 16% y 22% respectivamente. En el estudio de Shmied, referido anteriormente, el grupo de pacientes randomizado y asignado a mantener una hipotermia leve durante la cirugía de artroplastia primaria de cadera tuvo un incremento promedio de 500 ml (30%), en el sangrado transoperatorio, que fue significativamente mayor que en el grupo control normotérmico. Winkler y col., demostraron, en otro ensayo, que el mantenimiento de la normotermia en forma agresiva en este mismo tipo de cirugía, disminuye el sangrado transoperatorio en forma significativa.¹⁹

Wong y col., demostraron, por su parte, que el calentamiento activo iniciado en el preoperatorio y mantenido hasta el posoperatorio inmediato disminuía significativamente el sangrado y el número de complicaciones en cirugía mayor abdominal con un mínimo costo adicional.¹³

A pesar de que el recuento plaquetario se mantiene inalterado durante la hipotermia leve, existe evidencia de que la funcionalidad plaquetaria se afecta significativamente.¹³

El estudio de Cavallini y col., evidenció una disminución significativa en el tiempo de sangría posoperatorio en pacientes hipotérmicos sometidos a cirugía plástica prolongada.¹³

Sin embargo, la coagulopatía inducida por hipotermia se caracteriza por, el mantenimiento dentro de valores normales de los test estándares que se utilizan para monitorizar el estado de la crisis sanguínea, tiempo de protrombina y tiempo de tromboplastina parcial activado, principalmente, debido a que estos se realizan a partir de muestras sanguíneas procesadas a 37°C.¹³

□ **Infección de la Herida Operatoria**

La hipotermia induce vasoconstricción periférica, con la consiguiente disminución en la presión parcial de oxígeno tisular y deterioro de la función inmunitaria, factores que favorecen la infección de la herida en el posoperatorio. La incidencia de infección de la herida operatoria tiene relación directa con la tensión de oxígeno a nivel subcutáneo en los bordes de la incisión como lo demuestran los estudios de Hopf y col., existe evidencia de que la inmunidad mediada por anticuerpos producidos por Linfocitos T y la acción bactericida oxidativa inespecífica mediada por neutrófilos se reduce en presencia de hipotermia. En humanos, Kurz, Sessler y col., y luego Melling y col., demostraron que una disminución de la temperatura central de solo 1.9°C, aumenta la incidencia de infección de la herida operatoria de 6% a 19%, en cirugía de colon así como también en cirugías limpias.^{6,13}

Alteración en la Farmacocinética y Farmacodinamia de las Drogas Anestésicas

El metabolismo de los fármacos anestésicos se altera en forma importante en presencia de hipotermia, debido fundamentalmente a que las enzimas encargadas de su metabolización son altamente sensibles a los cambios de la temperatura corporal.¹³

En un estudio, se observó que la acción del Vecuronio, se prolongaba más del doble del tiempo de relajación en los pacientes asignados al azar a una hipotermia central de 2 °C. Este efecto, es consecuencia de una alteración farmacocinética, mientras que la farmacodinamia de esta droga permanece sin cambios durante la hipotermia leve. La duración de acción del Vecuronio, en estas condiciones excede la del Pancuronio en pacientes normotérmicos, de modo que los beneficios de este fármaco se pierden en los pacientes hipotérmicos. La hipotermia también prolonga la acción del Atracurio, aunque en menor medida que la del Vecuronio. La duración de acción del Atracurio, se prolonga un 60% cuando la temperatura central desciende 3°C. También la farmacocinética del

Rocuronio se afecta en similar medida, lo que se ha demostrado en cirugía cardíaca con circulación extracorpórea.²⁰

La eficacia de la Neostigmina, como antagonista del bloqueo neuromuscular inducido por Vecuronio, no se altera por la hipotermia leve, aunque el tiempo de inicio de acción se prolonga un 20%.¹⁴

La hipotermia, altera también la farmacodinamia de los anestésicos inhalatorios, de modo que se encontró una reducción de la concentración alveolar mínima (CAM) del 5% por cada grado Celsius de descenso de la temperatura del compartimiento central, por lo que la CAM llega a 0 (ausencia de respuesta al estímulo quirúrgico cuando la concentración alveolar del anestésico inhalatorio es 0) cuando la temperatura corporal se aproxima a 20°C.¹³

La concentración plasmática de Propofol aumenta un 30%, cuando la temperatura corporal desciende a 34°C, durante una infusión continua a dosis constante.²⁰ Este fenómeno podría explicarse por una reducción del *clearance* intercompartimental, entre el compartimiento central y el periférico, ya que el flujo sanguíneo hepático no se altera.¹³

También puede verse una alteración en la farmacocinética de los opiáceos de uso anestésico. El Fentanil aumenta, un 5% en su concentración plasmática durante la fase de equilibrio por cada grado Celsius de descenso de la temperatura central.

Retardo en la Recuperación Anestésica Posoperatoria

En el estudio de Lenhardt y col., fueron randomizados 150 pacientes adultos, asignándose a mantener la normotermia, durante el intraoperatorio o a hipotermia leve (temperatura central 2.5°C por debajo de la normal), y se demostró que la hipotermia retrasaba en forma significativa el alta de la sala de recuperación post-anestésica (SRPA) (40 minutos), aun cuando no se consideraba la temperatura central como criterio de alta. Cuando se establecía una temperatura de 36°C como criterio agregado para el alta, la diferencia entre los grupos aumentaba a 120 minutos.

Temblores y Disconfort Posoperatorio

El confort térmico, se afecta sensiblemente aun con grados leves de hipotermia. Los pacientes señalan, frecuentemente, la sensación de frío intenso como el aspecto más desagradable de su hospitalización e inclusive algunos lo catalogan como una experiencia más desagradable que el propio dolor posoperatorio. Clásicamente el temblor posoperatorio (que se presenta en el 40% de los pacientes operados), se atribuyó a factores como el dolor, liberación de reflejos espinales, disminución de la actividad simpática, liberación de pirógenos, alcalosis respiratoria y, con mayor frecuencia, simplemente una respuesta a la hipotermia intraoperatoria.¹⁴ Desafortunadamente, la etiología del temblor posoperatorio permanece sin aclarar por completo. Aunque (como se comentó en apartados anteriores), parece existir una escasa correlación entre eventos isquémicos miocárdicos transoperatorios y temblor, este se asocia con aumento de la presión intraocular, aumento de la presión intracraneana (PIC), y probablemente aumenta el dolor en la herida operatoria por tracción sobre los tejidos, además de que prolonga la estadía en la SRPA.¹⁴

Estrategias de Mantenimiento de la Normotermia Perioperatoria

Dada la dificultad durante la anestesia de aumentar la producción de calor endógeno, el anestesiólogo debe tener como objetivo minimizar la pérdida de calor corporal y optimizar los métodos de calentamiento activo antes y durante la anestesia. Esto implica también lograr que todo el equipo quirúrgico sea consciente y colabore para evitar el desarrollo de hipotermia.

Pre calentamiento

Es el calentamiento cutáneo previo a la inducción de la anestesia. Tiene poco efecto sobre la temperatura central, debido a que la termorregulación se encuentra intacta en esta etapa, pero reduce eficazmente el gradiente normal centro-periferia, al aumentar el contenido de calor en este último. Como consecuencia, la inducción anestésica producirá una menor redistribución del calor y amortiguará la hipotermia debido a que el flujo de calor depende de

la magnitud de este gradiente.²¹ El precalentamiento con aire circulante calefaccionado durante una a dos horas, previo a la inducción anestésica, reduce la hipotermia por redistribución en voluntarios sanos y en pacientes quirúrgicos sometidos a anestesia general y también en la anestesia peridural. El estudio de Bock y col., demostró que esta medida reducía las pérdidas sanguíneas y la necesidad de transfusiones, acortaba el tiempo de estadía en la SRPA y reducía un 24% los costos durante el transoperatorio, por lo que este método debería ser incorporado a la práctica anestésica rutinaria iniciando el calentamiento cutáneo activo tan pronto como el paciente ingresa al block quirúrgico y manteniéndolo hasta que es transferido a la sala de operaciones.¹⁴ Se ha demostrado la factibilidad de esta práctica realizada en el área de antesala a las salas de operaciones en forma rutinaria en todos los pacientes y una elevada eficacia aun durante cortos períodos de tiempo.¹³

Ventajas adicionales son la mejoría del confort del paciente y la vasodilatación que facilita la inserción de catéteres venosos y arteriales.¹⁴

Aislamiento Pasivo

La temperatura de la sala de operaciones es uno de los factores críticos en la pérdida de calor corporal desde la piel y a través de la incisión quirúrgica, por lo que, teóricamente, el aumento de la temperatura de la sala podría disminuir al mínimo estas pérdidas. Sin embargo, temperaturas por encima de 23°C, requeridas para mantener la normotermia, son consideradas poco confortables para el equipo quirúrgico y pueden resultar en un deterioro en el desempeño del personal que trabaja en las salas de operaciones. El aislamiento pasivo (mediante cobertores, algodón laminado en miembros o en la zona de cabeza y cuello), reduce la pérdida cutánea de calor sin afectar el confort del cirujano. En el estudio de Sesler y col., evaluaron distintos tipos de aisladores pasivos, entre ellos bolsas plásticas, frazadas de algodón, campos quirúrgicos de papel, de tela y un cobertor con superficie reflectora de calor y se comprobó que todos eran eficaces para reducir la pérdida de calor en alrededor de un 30%, aunque no evitaban la hipotermia cuando se utilizaban como medida aislada.

Medidas de Calentamiento Cutáneo Activas

El aislamiento pasivo como método único raramente es suficiente para mantener la normotermia, en pacientes sometidos a grandes cirugías requiriéndose métodos de

calentamiento activo.²⁰ La magnitud de calor, transferida con los sistemas de calentamiento activo es, directamente proporcional al área de superficie cubierta, por lo que, la inclusión de una extensión mayor de piel incrementará linealmente la eficacia de cualquier sistema.²¹

Colchón de agua calefaccionada circulante. Es un método clásico de calefacción transoperatorio y fue usado por décadas. Su eficacia está limitada, porque el área de piel del dorso del paciente (que entra en contacto con el colchón), es pequeña en relación a la superficie corporal total. Además, la mayoría de las mesas quirúrgicas están cubiertas, en el sector de apoyo del paciente, por una placa de aproximadamente cinco centímetros de espesor de espuma de poliuretano o material plástico similar, lo que actúa como un muy buen aislante térmico, por lo que el 90% del calor corporal disipado se pierde a través de la superficie anterior del cuerpo. A estos inconvenientes se asocia que existe una reducción del flujo sanguíneo en los capilares dependientes de la piel del dorso, estos quedan colapsados por el propio peso del paciente limitando la transferencia de calor desde la periferia a los tejidos centrales. Incluso, aunque fuera posible lograr una buena transferencia de calor a través del sector posterior del cuerpo no alcanzaría para compensar las grandes pérdidas de calor en el sector anterior, y este método no es suficiente cuando se usa de manera aislada para mantener la normotermia en grandes cirugías. El riesgo de estos dispositivos es, que, si se utiliza a más de 38°C tiene riesgo de generar quemaduras o necrosis por presión y calor. El colchón de agua calefaccionada es más efectivo y más seguro cuando se coloca sobre el paciente, en lugar de debajo de él, en caso de que el tipo de cirugía lo permita. En esa posición, este dispositivo puede neutralizar casi completamente las pérdidas cutáneas de calor por lo que la producción de calor por el metabolismo endógeno incrementará la temperatura corporal media 1 °C/h.²²

Aire forzado calefaccionado. Son los sistemas más utilizados actualmente; ejercen su acción mediante dos mecanismos principales: bloqueo de las pérdidas por radiación y calefacción por convección. Las pérdidas de calor radiantes son generalmente la principal fuente de pérdida de calor durante el tiempo transoperatorio y resultan de la transferencia de calor mediada por fotones entre dos superficies no adyacentes. Una superficie es la piel y la otra es habitualmente el techo y las paredes de la sala de operaciones. El aire forzado, reduce las pérdidas de calor al sustituir las superficies frías de la sala por una capa de aire caliente. Este dispositivo generalmente mantiene la normotermia aun durante las cirugías mayores.

13,21

Cobertor de agua calefaccionada circulante. Este dispositivo, originalmente desarrollado por la empresa Allon, MTRE, (Advanced Technologies de Israel), consiste en un sistema de calefacción de agua que la hace circular a través de un cobertor especial de diseño integral, que envuelve al paciente en su superficie anterior y posterior. Utiliza además un sistema servoasistido electrónico de control para ajustar la temperatura del agua circulante, que se modifica de acuerdo a un algoritmo interno, de modo que se adecue al estado térmico del paciente en cada momento. El sistema de tres elementos, utiliza un sensor de temperatura, una bomba de calefacción y un cobertor especialmente diseñado, que actúa como un mameluco aplicado sobre el cuerpo y adherido con cierres velcro a través del cual circula agua calefaccionada. El cobertor tiene diseño modular, permitiendo la exposición de las regiones corporales que se requieran durante procedimientos quirúrgicos específicos, dejando el resto del cuerpo cubierto. Está diseñado como un envoltorio en dos dimensiones, asumiendo una conformación tridimensional cuando se aplica alrededor del paciente cubriendo una superficie de piel mayor que la de un cobertor de aire calefaccionado. Este sistema posee una eficacia similar e incluso mayor al cobertor de aire forzado, pero es, sin embargo, mucho más costoso.

Cobertor eléctrico. Estos dispositivos están alimentados por una fuente de energía eléctrica que es transformada a una corriente continua de 15V y poseen aislamiento completo. Consisten en seis segmentos que se conectan a un único dispositivo de control. Cada segmento está formado por un tejido especialmente diseñado de fibra de carbono semiconductor y se adhiere a la piel de cada segmento corporal envolviéndolo por completo, con excepción única del sector que incluye el campo operatorio. Una ventaja de este sistema, que utiliza segmentos independientes, es que tiene la flexibilidad de cubrir grandes superficies de piel, lo que los hace útiles en cirugías que requieren posiciones donde es difícil aplicar otros dispositivos (litotomía, ginecológica, etcétera). Estas características le permiten cubrir amplias superficies cutáneas y transferirá una mayor cantidad de calor a temperaturas más bajas (y por lo tanto más seguras). Su eficacia es comparable a la de los dispositivos de aire forzado con calefacción,^{21,23} aunque también son de mayor costo.

Calentamiento por fuente radiante. Consiste en lámparas incandescentes especiales para generar radiación infrarroja. El calor llega a la piel del paciente en forma de energía transportada por fotones y no depende de la interposición del aire. La ventaja mayor radica en que no requieren contacto directo con el paciente, por lo que es el método de calefacción

de elección en cuidados intensivos neonatales, donde la visibilidad del neonato es un factor crítico. En cirugía pediátrica, el calentamiento por fuente radiante puede ser una alternativa eficaz al mantenimiento de una elevada temperatura ambiente y también son especialmente útiles durante la reanimación de pacientes politraumatizados. Su mayor limitación es que las pérdidas de calor por convección continúan inalteradas, por lo que son poco efectivos en sala de operaciones.

Sistema de control de temperatura corporal servoasistido Artic Sun®. Es un dispositivo servoregulado que funciona haciendo circular un compuesto que contiene agua a través de almohadillas que se adhieren a la piel del paciente, combinado con un método convencional de monitorización de la temperatura corporal. Estas almohadillas de transferencia de energía incorporan un material hidrogel biocompatible y con elevada conductividad térmica (conteniendo 50% de agua), que se adhiere estrechamente a la piel del paciente. El sistema consta, además, de un microprocesador que utiliza como entrada la temperatura corporal del paciente, regulando en forma continua y servocontrolada la cantidad de calor transferida a la almohadilla. En el estudio de Grocott y col., este dispositivo fue más efectivo en prevenir la hipotermia en pacientes sometidos a cirugía cardíaca sin circulación extracorpórea, comparado con el método convencional (cobertor de aire forzado calefaccionado combinado con calentamiento de fluidos a infundir y aumento de la temperatura de la sala de operaciones).¹³

Calentamiento de fluidos

Se ha estimado que la temperatura corporal media desciende 0,25°C por cada litro de solución coloide o cristaloides administrada a temperatura ambiente en los adultos, y en una magnitud similar por cada unidad de derivado sanguíneo refrigerado. Existen múltiples dispositivos de calefacción de fluidos disponibles que, aunque no son usados en forma rutinaria, resultan fundamentales en cirugías con una alta tasa de recambio de fluidos (trasplante hepático, grandes quemados, reconstrucciones craneofaciales, etc.). Estos dispositivos evitan el enfriamiento durante la infusión de líquidos fríos, pero no son demasiado efectivos para calentar al paciente una vez que desarrolló hipotermia. Por ello hay que utilizarlos desde el inicio de la cirugía cuando se prevé el desarrollo de ésta y la reposición importante de volumen. Por este motivo, el calentamiento de fluidos no es un sustituto, sino un complemento de otras medidas de calentamiento cutáneo activo.^{21,25}

Hasankhani y col., demostraron una menor incidencia de efectos cardiovasculares adversos y de temblor posoperatorio en pacientes en los cuales se aplicó este método de calefacción.²⁴

Las diferencias entre los diversos sistemas no son clínicamente importantes, por lo que cada centro debe evaluar la disponibilidad y practicidad para elegir el más adecuado. Para procedimientos con riesgo de sangrados masivos, como lo son, cirugía de trasplante hepático, cirugía cardíaca, cirugía de aneurisma intracraneal, es necesario asociar al calentador de fluidos un sistema de infusión rápida. Los diferentes sistemas permiten administrar entre 500 ml y 1 litro de cristaloides, coloides y/o hemoderivados a 37°C en un minuto.¹³

Calentamiento del aire inspirado.

Debido a que solo el 10% de las pérdidas corporales de calor se producen por el sistema respiratorio este método de calefacción es relativamente inefectivo para mantener la normotermia.²⁶

Sistema de Control de Temperatura Corporal Endovascular

Este sistema, complejo y costoso, combina un catéter venoso central intercambiador de calor con un dispositivo de control que incluye un microprocesador. Se utiliza en la actualidad como un sistema integral de control de la temperatura corporal que permite inducir hipotermia terapéutica, y luego recalentar al paciente rápidamente. El catéter se coloca por la vena femoral y se posiciona en la cava inferior, con su extremo distal justo por debajo del diafragma. A través del circuito cerrado formado por el catéter y un contenedor dentro del dispositivo de control, circula suero fisiológico que se calienta o enfría a una temperatura muy precisa regulada por el microprocesador. Este sistema demostró ser efectivo en animales y en pacientes neuroquirúrgicos, cuando es necesario inducir hipotermia transoperatoria en forma rápida para neuroprotección, antes de la apertura de la duramadre y recalentar al paciente también rápidamente, para acortar el tiempo de extubación.²⁷

III. Objetivo

1. Cuantificar la incidencia de hipotermia transoperatoria, en pacientes sometidos a cirugía electiva ortopédica, en base a edad, sexo, temperatura corporal, temperatura ambiental, duración del procedimiento, hipotensión, pérdidas hemáticas y tipo de cirugía del Hospital Roosevelt en el período de enero a octubre 2015.

IV. Material y métodos

4.1 Tipo de Estudio

Descriptivo longitudinal. Fue descriptivo porque evaluó la incidencia de hipotermia en los pacientes. Fue longitudinal ya que hizo un seguimiento del paciente hasta haber encontrado o no hipotermia, después de haber administrado la anestesia general.

Este estudio pretendió determinar la incidencia de hipotermia transoperatoria, en el paciente mayor de 18 años sometido a cirugía electiva ortopédica, bajo anestesia general balanceada, en el departamento de anestesiología del Hospital Roosevelt, durante el periodo de Enero- Octubre 2015.

4.2 Población

Total de pacientes mayores de 18 años de edad, que se les realizó cirugía electiva ortopédica, a los cuales se les proporciono anestesia general balanceada.

4.3 Selección y Tamaño de la Muestra

Se revisaron datos estadísticos correspondientes al año 2013 y se obtuvieron un total de 2,664 procedimientos electivos de ortopedia en sala de operación de adultos del Hospital Roosevelt. Y en base a la siguiente fórmula se obtuvo una muestra que se incluyó en el estudio de pacientes.

$$n = \frac{N p (1-p)}{(N-1) (LE^2/4) + p (1-p)} = \frac{2664 * 0.5 (1-0.5)}{(2664-1)(0.0052/4) + 0.5(1-0.5) 1.91} = \frac{666}{1.91} = 349$$

La selección de las muestras se realizó de forma no probabilística a través del muestreo de casos consecutivos que consistió en elegir a todos los pacientes disponibles en un periodo ininterrumpido, cuando estos cumplieran con los criterios de selección, hasta haber completado el tamaño de muestra calculado

Se evaluaron a dos pacientes diarios para cumplir la muestra en el tiempo estipulado.

4.4 Unidad de análisis

Todo paciente que cumplió con los criterios de inclusión y exclusión

4.5 Criterios de Inclusión y Exclusión:

Criterios de inclusión:

- Pacientes mayores de 18 años, sometidos a cirugía electiva ortopédica, bajo anestesia general balanceada ASA I y II.

Criterios de Exclusión:

- Procedimientos con duración de anestesia menor de 30 minutos.

4.6 Operacionalización de Variables.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
Edad	Lapso de tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta el instante o periodo que se estima de la existencia de una persona	>18 ã	Cuantitativa	Razón	Años
Sexo	Diferencia física que distingue a los organismos individuales, según funciones que realizan en los procesos de reproducción	Masculino Femenino	Cualitativa	Nominal	Masculino Femenino
Temperatura ambiental	Magnitud física que refleja la cantidad de calor del ambiente.	Temperatura reflejada en termómetro ubicado en máquina de anestesia	Cuantitativa	Intervalo	Grados Celsius

Hipotermia		Temperatura corporal menor de 36 °C medida por termómetro timpánico	Hipotermia Leve: 34-35.9°C Hipotermia Moderada 30-33.9°C Hipotermia Severa < 30°C	Cualitativa	Ordinal	Leve Moderada Severa
Factores que predisponen a Hipotermia	Duración del procedimiento	Lapso de tiempo da un procedimiento establecido	0.5hr-1 hr >1- ≤3 hr >3hr	Cuantitativa	Razón	Horas
	Hipotensión arterial	Caída de presión arterial por debajo de los límites normales.	PAS <90 PAD <50	Cuantitativa	Nominal	SI NO
	Hemorragia operatoria	Pérdidas hemáticas estimadas de acuerdo a la metodología empleada en H.R. (ver anexo #2)	<500 ml 500-1000 ml >1000 ml	Cualitativa	Ordinal	ml

<p>Tipo de cirugía</p>	<p>Procedimiento quirúrgico ortopédico la cual se ocupa de la conservación y restablecimiento de la forma y de la función de las extremidades, la columna vertebral y sus estructuras asociadas</p>	<p>Extremidad Superior</p> <p>Extremidad Inferior</p> <p>Columna</p>	<p>Cualitativa</p>	<p>Nominal</p>	<p>Tipo</p>
-------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------	--------------------	----------------	-------------

4.7 Instrumentos para la recolección de información

Se utilizaron boletas de recolección de datos para obtener información acerca de cada paciente (ver Anexo 1)

4.8 Procedimiento para la Recolección de Información

Para la selección de la muestra, previamente se consiguió los datos estadísticos del año 2013, con respecto al número de cirugías ortopédicas electivas durante dicho año. En base a esos datos estadísticos se calculó un número, el cual fue la totalidad de la muestra a estudio, en base a la fórmula empleada.

Antes de iniciar la recolección de datos, se socializó el instrumento de recolección con todos los anestesiólogos que llenaron las boletas, para lograr unificar todos los criterios y permitir la adecuada obtención y uniformidad en la recolección de la información.

Como parte de la instrucción que se dirigió a los anestesiólogos participantes de la investigación, se les explico la correcta manera de utilizar el termómetro timpánico.

Los anestesiólogos encargados de los quirófanos de ortopedia seleccionaron a los pacientes

que cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión. Si se cumplieron con todos los criterios, el anestesiólogo habrá realizado una evaluación al paciente previo al ingreso a sala de operaciones (SOP) y habrá llevado a cabo la medición de la temperatura timpánica.

Al haber estado monitorizado el paciente, se llevó el registro de la presión arterial (PA), temperatura reflejada en el termómetro ubicado en la máquina de anestesia y hora de inicio. Se indujo al paciente, mediante una anestesia general balanceada y luego se llenó la boleta de recolección de datos con los datos pertinentes. Se tomó nuevamente la temperatura corporal y ambiental cada hora. Al finalizar el procedimiento, cuando el paciente estaba listo para egresar de SOP y ser trasladado a la unidad de recuperación, se realizó una última toma de la temperatura corporal y ambiental, al igual que la evaluación de la presión arterial, pérdidas hemáticas totales, duración del mismo y se anotó cualquier complicación ocurrida durante el procedimiento.

La frecuencia de selección de pacientes fue de aproximadamente dos pacientes diarios para completar la totalidad de la muestra en el tiempo estipulado.

Para la toma de temperatura corporal se usó un termómetro timpánico digital, marca Graco, "1 second ear thermometer". Para el uso de este termómetro primero se debió verificar que el oído del paciente este seco. Segundo, se debió de haber oprimido el botón de encendido y escaneado, el sistema realizó su ciclo de autocomprobación. Una vez que se ha completado la autocomprobación, el termómetro habrá sonado y la pantalla habrá mostrado la última temperatura registrada. Esto indica que el termómetro estaba listo para medir la temperatura. Luego se colocó la sonda en el canal del oído. La sonda debió colocarse bien adentro del oído para permitir que la punta de la sonda pueda escanear continuamente el canal del oído. Esto asegura una medición precisa de la temperatura. Después de un segundo se tuvo que escuchar un sonido que indicó que se completó la lectura. Se retirará el termómetro del oído al obtener la lectura de la temperatura. No es necesario apagar manualmente el termómetro.

Las pérdidas hemáticas estimadas, fueron calculadas en base a la metodología del Hospital Roosevelt. Siendo estas, una compresa grande "empapada" 100ml, una mediana 75ml, pequeña 50ml y una gasa 10ml. Las pérdidas en el aspirador fueron medidas según el número que se indique en el contenedor.

Luego de recolectados los datos se revisaron las boletas con toda la información antes descrita. Para el procesamiento, se ordenaron las boletas de recolección de datos según si el paciente presentó o no hipotermia transoperatoria o previo a SOP. Se identificó todas las variables del paciente hipotérmico. Se procedió a realizar el procesamiento de datos, para su respectivo análisis y discusión, obteniendo las conclusiones y debidas recomendaciones pertinentes.

Se utilizó una boleta de recolección de datos que constaba de una hoja de papel bond tamaño carta, la cual se dividió en tres secciones. En la primera sección se incluyó los datos generales; se anotó la fecha, el número de registro clínico, tipo de cirugía, sexo y edad. En la segunda sección se anotó la temperatura del paciente y ambiental, perdidas hemáticas, duración de la cirugía y si el paciente presentó hipotensión. En la última sección se tuvo un espacio abierto para comentarios y complicaciones. (Ver Anexo 1).

4.9 Procedimiento para garantizar aspectos éticos de la investigación

Se le explicó a cada paciente que fue incluido en el estudio acerca del mismo, que la información sería totalmente confidencial.

Todo el estudio estuvo enfocado al diagnóstico del paciente, en este caso la hipotermia transoperatoria. No se utilizó nuevas técnicas o grupo control por lo que a todos los pacientes se les trató por igual y se respetó la confidencialidad de los datos generados.

4.10 Procedimiento de análisis de la información

Los datos fueron tabulados en una base de datos elaborada en Excel. Las variables cualitativas fueron codificadas. Al finalizar la tabulación se hizo control de calidad de los datos.

Posteriormente, para su análisis, los datos fueron trasladados a una base de SPSS 23.

El resumen, organización y presentación de las variables de forma univariante se realizó a través de tablas de frecuencias absolutas y relativas y usando gráficas. Las variables cuantitativas se resumieron a través de percentiles. Se calculó la incidencia global de hipotermia y su correspondiente intervalo de confianza del 95% para una proporción poblacional.

La asociación entre variables en la muestra se evaluó a través de la comparación de incidencias específicas en tablas de contingencia y el cálculo de riesgo relativo. La

asociación poblacional se evaluó a través de la prueba de ji cuadrado (para tablas de $2 \times n$), la prueba exacta de Fisher (para tablas de 2×2), o la prueba de asociación lineal (cuando la variable independiente era ordinal). También se calculó el intervalo de confianza del riesgo relativo. Se consideró la asociación estadísticamente significativa cuando el valor de probabilidad era menor que el nivel de significancia (5%), y se consideraron factores de riesgo poblacional a aquellas categorías de la variable independiente cuyo intervalo de confianza no incluyó al valor 1 y sus valores estaban a la derecha del uno.

La representación gráfica se realizó a través de un box plot.

V. Resultados

Se obtuvieron los datos de 349 pacientes. Se incluyeron a todos los pacientes mayores de 18 años, sometidos a cirugía electiva ortopédica, bajo anestesia general balanceada ASA I y II, y se excluyó a todo procedimiento con una duración de anestesia menor de 30 minutos.

El objetivo de la investigación fue cuantificar la incidencia de hipotermia transoperatoria, en pacientes sometidos a cirugía electiva ortopédica, en base a edad, sexo, temperatura corporal, temperatura ambiental, duración del procedimiento, hipotensión, pérdidas hemáticas y tipo de cirugía, mayores de 18 años, en el Hospital Roosevelt.

La hipotermia se presentó en el 12.32% de los pacientes (43/349); de los cuales el 12.03% presentaron hipotermia leve y un paciente (0.28%) hipotermia moderada. El rango de edad fue de 18 a 98 años. Cuando se compararon las características de los pacientes, se encontraron diferencias significativas ($p < 0,001$) entre el grupo de normotermia e hipotermia en grupo etario, duración de cirugía, pérdidas hemáticas, hipotensión y temperatura ambiental. No existió asociación significativa entre sexo e hipotermia.

**INCIDENCIA DE HIPOTERMIA TRANSOPERATORIA EN
CIRUGÍA ELECTIVA ORTOPÉDICA**

Estudio descriptivo longitudinal, en el departamento
de Anestesiología del Hospital Roosevelt.

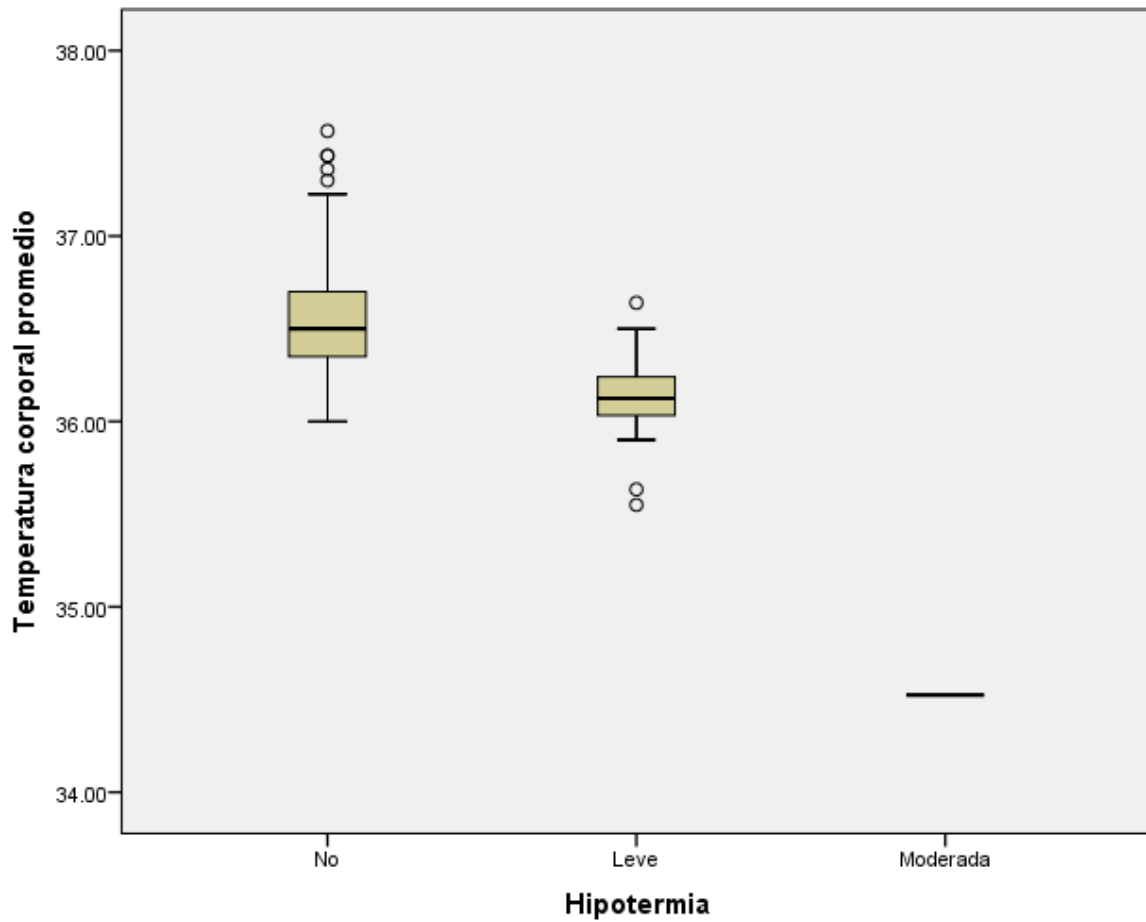
Enero-Octubre 2015.

Tabla 1. Incidencia de hipotermia en pacientes sometidos a cirugía electiva ortopédica, bajo anestesia general balanceada en el Hospital Roosevelt, 2015 (n = 349)

Hipotermia	Frecuencia	Porcentaje	IC 95%
No	306	87.7	
Leve	42	12.0	8.48% a 15.59%
Moderada	1	0.3	0.01% a 1.59%

Fuente: boleta de recolección de datos.

Gráfica 1. Temperatura corporal promedio en pacientes sin hipotermia e hipotermia leve y moderada, en pacientes sometidos a cirugía electiva ortopédica, bajo anestesia general balanceada en el Hospital Roosevelt, 2015 (n = 349)



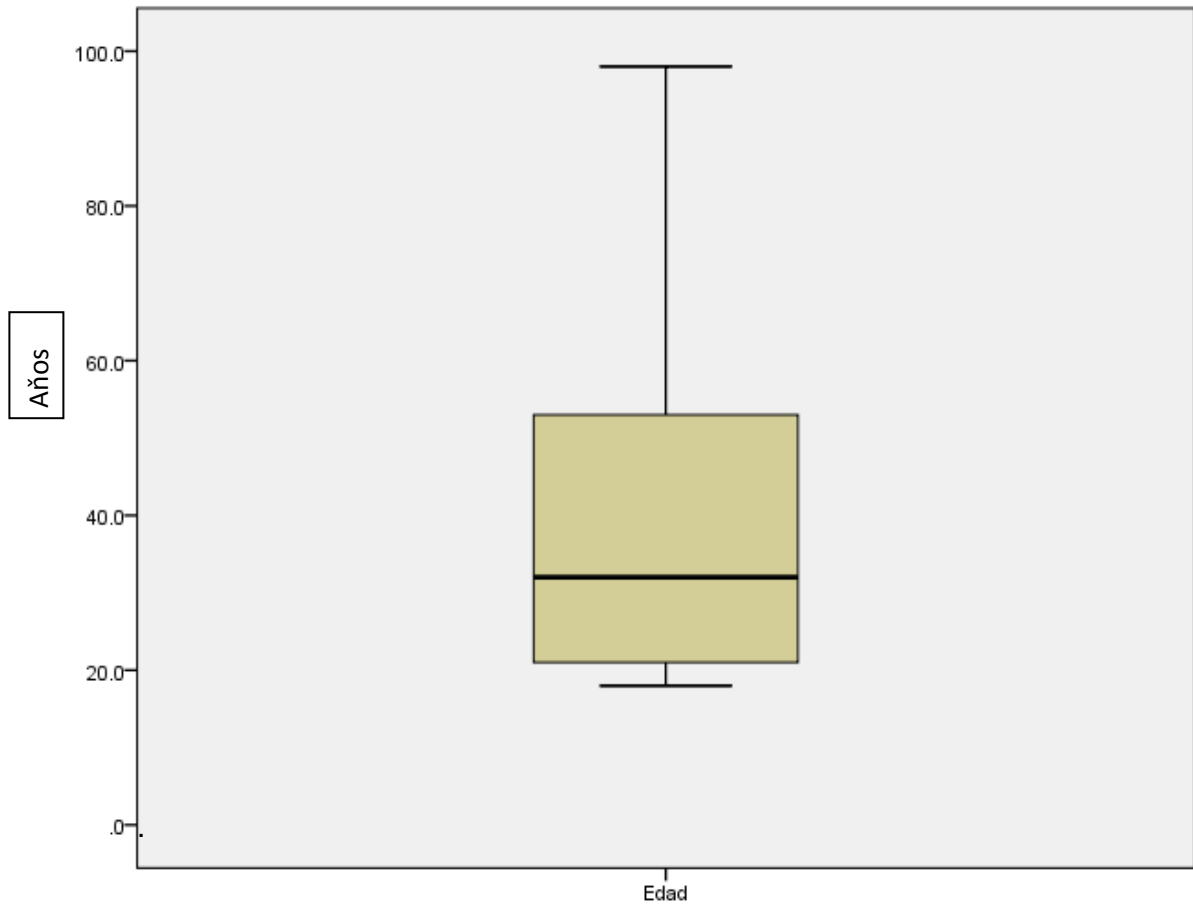
Fuente: boleta de recolección de datos.

Tabla 2. Características demográficas de pacientes sometidos a cirugía electiva ortopédica, bajo anestesia general balanceada en el Hospital Roosevelt, 2015 (n = 349)

Variables	Categorías			Frecuencia	Porcentaje	
Edad	18 a 35 años			197	56.4	
	36 a 64 años			106	30.4	
	65 años o más			46	13.2	
Sexo	Femenino			103	29.5	
	Masculino			246	70.5	
	Media	Moda	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
Edad	38.6	18.0	32.0	19.8	21.0	53.0

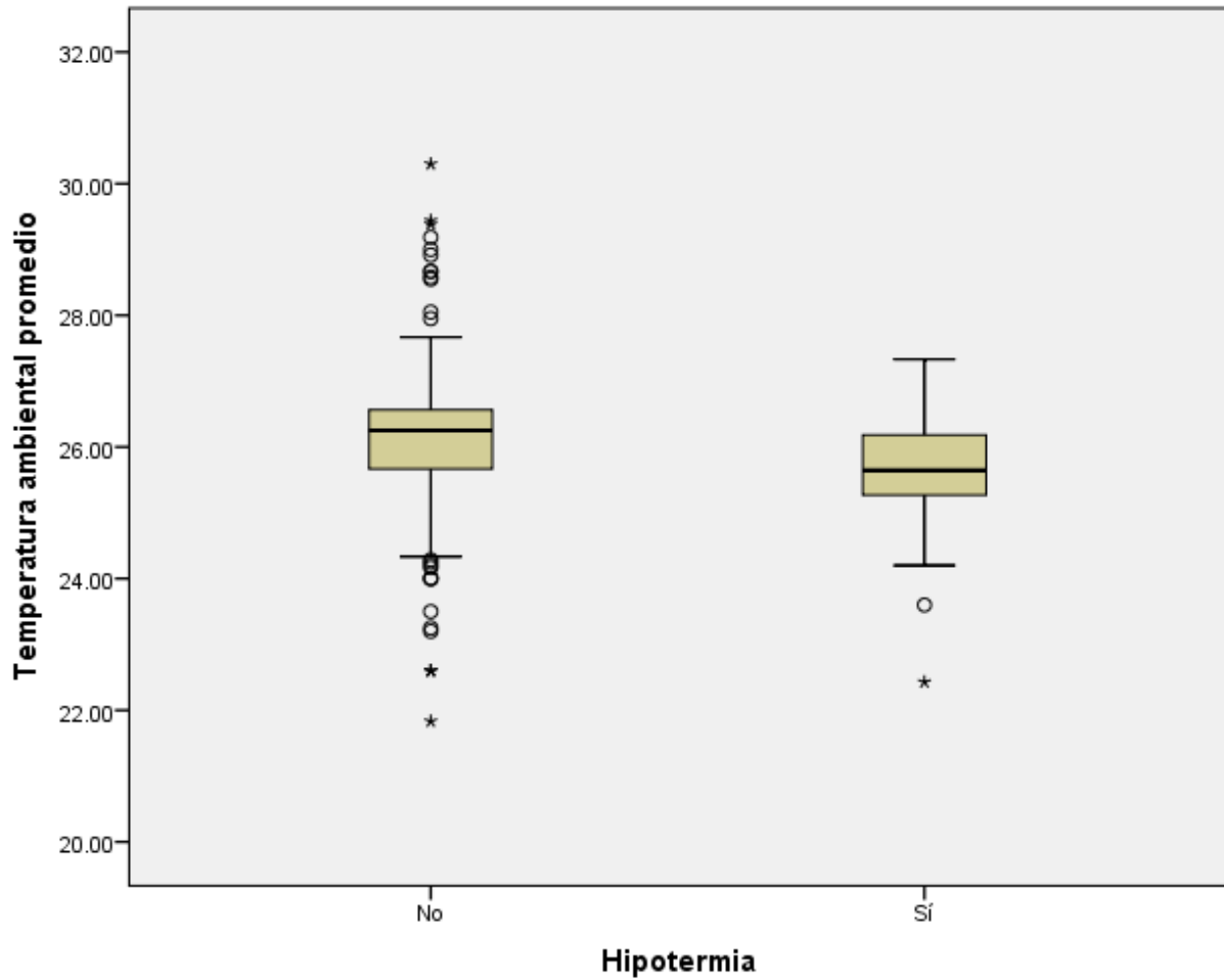
Fuente: boleta de recolección de datos.

Gráfica 2. Edad en años de pacientes sometidos a cirugía electiva ortopédica, bajo anestesia general balanceada en el Hospital Roosevelt, 2015 (n = 349)



Fuente: boleta de recolección de datos.

Gráfica 3. Temperatura ambiental promedio en pacientes con y sin hipotermia, cirugía electiva ortopédica, bajo anestesia general balanceada en el Hospital Roosevelt, 2015 (n = 349)



Fuente: boleta de recolección de datos.

Tabla 3. Medidas de tendencia central de la temperatura promedio ambiental y corporal en pacientes sometidos a cirugía electiva ortopédica, bajo anestesia general balanceada en el Hospital Roosevelt, 2015 (n = 349)

Variables	Medi a	Medi ana	Moda	Desviac ión estánd ar	Cuartil 1	Cuartil 3
Temperatura ambiental promedio	26.08	26.25	26.33	1.01	25.64	26.50
Temperatura corporal promedio	36.49	36.48	36.50	.32	36.28	36.67

Fuente: boleta de recolección de datos.

Tabla 4. Distribución de hipotermia por sexo en pacientes sometidos a cirugía electiva ortopédica, bajo anestesia general balanceada en el Hospital Roosevelt, 2015 (n = 349)

Sexo	Hipotermia		Total
	No	Sí	
Femenino	86 (83.5%)	17 (16.5%)	103
Masculino	220 (89.4%)	26 (10.6%)	246

Valor p, prueba exacta de Fisher = 0.152

Fuente: boleta de recolección de datos.

Tabla 5. Distribución de hipotermia por edad en pacientes sometidos a cirugía electiva ortopédica, bajo anestesia general balanceada en el Hospital Roosevelt, 2015 (n = 349)

Edad	Hipotermia		Total
	No	Sí	
18 a 64 años	274 (90.4%)	29 (9.6%)	303
65 años o más	32 (69.6%)	14 (30.4%)	46

Coefficiente de correlación de Spearman -.001

Valor p, prueba exacta de Fisher < 0.001

Riesgo relativo = 3.18 (IC 95% = 1.82 a 5.55)

Fuente: boleta de recolección de datos.

Tabla 6. Frecuencia de hipotermia según duración de la cirugía en pacientes sometidos a cirugía electiva ortopédica, bajo anestesia general balanceada en el Hospital Roosevelt, 2015 (n = 349)

Duración de la cirugía	Hipotermia		Total
	No	Sí	
Mayor de 0.5 a 1 hora	93 (97.9%)	2 (2.1%)	95
Mayor a 1 hora a 3 horas	177 (88.9%)	22 (11.1%)	199
Mayor de 3 horas	36 (65.5%)	19 (34.5%)	55

Coefficiente de correlación de Spearman -.204

Valor p, prueba de linealidad < 0.001.

Riesgo relativo 1 a 3 horas = 5.25 (IC 95% = 1.26 a 21.87).

Riesgo relativo más de 3 horas = 16.41 (IC 95% = 3.97 a 67.80).

Fuente: boleta de recolección de datos.

Tabla 7. Frecuencia de hipotermia según presencia de hipotensión en pacientes sometidos a cirugía electiva ortopédica, bajo anestesia general balanceada en el Hospital Roosevelt, 2015 (n = 349)

Hipotensión	Hipotermia		Total
	No	Sí	
No	295 (91.6%)	27 (8.4%)	322
Sí	11 (40.7%)	16 (59.3%)	27

Valor p, prueba exacta de Fisher < 0.001.

Riesgo relativo = 7.07 (IC 95% 4.38 a 11.39).

Fuente: boleta de recolección de datos.

Tabla 8. Frecuencia de hipotermia según volumen de pérdidas hemáticas en pacientes sometidos a cirugía electiva ortopédica, bajo anestesia general balanceada en el Hospital Roosevelt, 2015 (n = 349)

Pérdidas hemáticas	Hipotermia		Total
	No	Sí	
Menor de 500 mL	263 (92.6%)	21 (7.4%)	284
500 a 1000 mL	41 (71.9%)	16 (28.1%)	57
Mayor de 1000 mL	2 (25.0%)	6 (75.0%)	8
Coeficiente de correlación de Spearman -.232			

Valor p, prueba de linealidad < 0.001.

Riesgo relativo 500 a 1000 mL = 3.80 (IC 95% = 2.11 a 6.81).

Riesgo relativo más de 1000 mL = 10.14 (IC 95% = 5.71 a 18.01)

Fuente: boleta de recolección de datos.

Tabla 9. Distribución de hipotermia por tipo de cirugía en pacientes sometidos a cirugía electiva ortopédica, bajo anestesia general balanceada en el Hospital Roosevelt, 2015 (n = 349)

Tipo de cirugía	Hipotermia		Total
	No	Sí	
Columna	17 (77.3%)	5 (22.7%)	22
Miembro inferior	126 (82.4%)	27 (17.6%)	153
Miembro superior	163 (93.7%)	11 (6.3%)	174

Valor p, prueba de Ji cuadrado de Pearson = 0.002.

Riesgo relativo m. inferior = 2.79 (IC 95% = 1.43 a 5.44).

Riesgo relativo columna = 3.59 (IC 95% = 1.38 a 9.38).

Fuente: boleta de recolección de datos.

VI. Discusión y Análisis

En este estudio se encontró una incidencia de hipotermia transoperatoria, en pacientes sometido a cirugía electiva ortopédica de 12.32% de los 349 pacientes evaluados. La frecuencia de hipotermia leve fue de un 12% y <1% para quienes presentaron hipotermia moderada, en la población de la que se extrajo la muestra, la incidencia pudo variar entre 8.5% a 15.6%. La incidencia de hipotermia transoperatoria reportada en la literatura, tiene un amplio rango de variación (del 6% al 90%), dependiendo del tipo de cirugía. No existió una asociación significativa entre sexo e hipotermia, pero si entre edad, tipo de cirugía, horas de cirugía, pérdidas hemáticas, hipotensión, complicaciones asociadas e hipotermia.

La frecuencia de hipotermia fue mayor en personas con 65 años o más y dicha diferencia resultó estadísticamente significativa. Se concluyó que, en la población de la que se extrajo la muestra, la edad influyó significativamente en la incidencia de hipotermia, resultando los pacientes adultos mayores 2.18 veces más afectados de hipotermia que su contraparte más joven. Dado que, el intervalo de confianza del riesgo relativo no incluyó el valor 1, valor que implica no asociación, se concluyó que tener 65 años o más, fue un factor de riesgo poblacional de hipotermia. Esto se correlaciona con otros estudios que afirman que el grupo de pacientes añosos (edad > 65 años) se asocian a hipotermia.

Al calcular el promedio de la temperatura ambiental se observó que a los pacientes con hipotermia les correspondió valores de temperatura ambiental menores que a los pacientes sin hipotermia. En una revisión bibliográfica, los autores indicaron que la temperatura de la sala de operaciones es un factor significativo para la pérdida de calor del paciente, ya que la disminución de la temperatura ambiental conduce al aumento de la pérdida de calor por radiación del paciente para el ambiente.

La frecuencia de hipotermia varió según el tipo de cirugía programada, se obtuvo una mayor frecuencia en los procedimientos de columna; esta diferencia resultó estadísticamente significativa, según la prueba de ji cuadrado de Pearson (0.002). Las cirugías de miembro inferior y de columna se consideraron factores de riesgo de hipotermia, estando aumentada 1.79 veces la probabilidad de hipotermia en pacientes con procedimientos de columna y 2.59 veces la probabilidad de hipotermia en pacientes con procedimientos de miembros inferiores.

Se notó una tendencia de aumento de la frecuencia de hipotermia según aumentó la duración del procedimiento. Se consideró que, la duración de la cirugía mayor a una hora y

hasta 3 horas, es un factor de riesgo poblacional de hipotermia, aumentando la probabilidad de ocurrencia en 4.25 veces; también la duración de la cirugía mayor a 3 horas, aumentaba la probabilidad de ocurrencia 15.41 veces. Confirmando con el coeficiente de correlación de Spearman -0.204 , que la magnitud de correlación es de un 20%, observándose la tendencia lineal. Basados en la literatura, los estudiosos señalan que es más frecuente que el paciente presente hipotermia en cirugías de larga duración, ya que la caída más acentuada en la temperatura corporal ocurre, de hecho, dentro de los primeros 40 a 60 minutos después del inicio de la anestesia

Una asociación de tendencia lineal estadísticamente significativa se apreció entre la frecuencia de hipotermia y la cantidad de sangre perdida durante el procedimiento. Perder de 500 a 1000 mL de sangre, se consideró un factor de riesgo poblacional de hipotermia, aumentando esta probabilidad 2.8 veces, y; perder más de un litro de sangre, aumentando la probabilidad 9.14 veces. En esta investigación donde evaluaron los Factores relacionados al desarrollo de hipotermia en el período intraoperatorio hubo una diferencia estadísticamente significativa entre la variable transfusión sanguínea y la temperatura corporal promedio de los pacientes.

Entre los resultados evidenciados en un meta análisis de 18 artículos referentes a los efectos adversos al paciente, debido a la hipotermia, los autores resaltaron el aumento del sangrado y, consecuentemente, la necesidad de realizar una transfusión sanguínea, así como el aumento de la estadía en Unidad de Terapia Intensiva (UTI) y un mayor período de hospitalización. En los estudios incluidos en la revisión, el número de unidades de sangre total, plasma y plaquetas necesarias para la transfusión de los pacientes quirúrgicos aumentó significativamente en el grupo con hipotermia.

La hipotermia estuvo presente en casi el 60% de los pacientes con hipotensión, la asociación entre hipotensión e hipotermia resultó estadísticamente significativa y el riesgo relativo indicó en la muestra, que el riesgo de sufrir hipotermia estaba aumentado 6 veces en pacientes hipotensos, y que este es un factor de riesgo poblacional por el intervalo de confianza correspondiente.

Aunque no se tomó como objetivo la existencia de otras complicaciones tras la cirugía e hipotermia resultó estadísticamente significativa, estando aumentado 6.49 veces el riesgo de hipotermia en pacientes con otras complicaciones, siendo este un factor de riesgo poblacional. Al igual con la clasificación de ASA, la frecuencia de hipotermia no varió

significativamente según el nivel de clasificación ASA de los pacientes evaluados, observándose en la muestra una diferencia del 4% en la incidencia de hipotermia.

La prevención de la hipotermia, en el período perioperatorio, además de evitar las complicaciones para el paciente, puede resultar en una disminución de los costos para la institución hospitalaria. La manutención del paciente con una temperatura normal, en la sala de cirugía, puede resultar en una economía de \$2.500,00 a \$7.000,00 por paciente. El retorno a la temperatura normal, frecuentemente, requiere de 2 a 5 horas, dependiendo de la severidad de la hipotermia y de la edad del paciente. Los costos de una hora de cuidados en la sala de recuperación postanestésica son estimados en \$100, sugiriendo entonces un costo adicional para la recuperación de la temperatura normal del paciente con hipotermia de \$200 a \$500.

6.1 Conclusiones

- 6.1.1 La incidencia acumulada de hipotermia transoperatoria, en pacientes sometidos a cirugía electiva ortopédica en el Hospital Roosevelt, durante el periodo de enero a octubre de 2015, fue del 12% para hipotermia leve, y 0.3% de hipotermia moderada.
- 6.1.2 La incidencia de hipotermia transoperatoria se asoció a edad, hipotensión, complicaciones, pérdidas hemáticas, duración del procedimiento y tipo de cirugía.
- 6.1.3 Se obtuvo una mayor frecuencia de pacientes de sexo masculino (70%), edades comprendidas entre 18 a 35 años (56%), cirugías en miembro superior (50%) e inferior (44%), clasificación ASA II (78%), duración de la cirugía de 1 a 3 horas (57%), pérdidas hemáticas con menos de 500 mL (81.4%). Además, se observó hipotensión en el 8% de los pacientes y otras complicaciones también en el 8%.
- 6.1.4 Los factores asociados a la hipotermia transoperatoria fueron, edad de 65 años o más (RR = 3.18), procedimientos de miembro inferior (RR = 2.79), procedimientos de columna (RR = 3.59), duración de cirugía de 1 a 3 horas (RR= 5.25), duración de más de 3 horas (RR = 16.41), pérdidas hemáticas de 500 mL a 1000 mL (RR = 3.80), pérdidas hemáticas mayores de un litro (RR = 10.14), hipotensión (RR = 7.07) y presencia de complicaciones (RR = 7.49).
- 6.1.5 Los pacientes con hipotermia les correspondían valores de temperatura ambiental menores que a los pacientes sin hipotermia ($p < 0.001$)

6.2. Recomendaciones

6.2.1 La temperatura corporal debe de ser medida en la todos los pacientes quirúrgicos.

6.2.2 Solo si la hipotermia está indicada específicamente para protección isquémica, la temperatura central debe de mantenerse arriba de 36°C.

6.2.3 Implementar métodos de prevención de calentamiento activo en sala de operaciones para el mantenimiento del paciente en normotermia.

VII. Referencias Bibliográficas

- 1) Laflamme C, Della Mora L.S. Hipotermia perioperatoria imprevista. RAA (Argentina). 2012; 70(1): 49-58.
- 2) Castillo Monzón C.G, Candia Arana C.A, Marroquín Valz H.A, Aguilar Rodríguez F, Benavides Mejía J.J, Álvarez Gómez J,A. Manejo de la temperatura en el perioperatorio y frecuencia de hipotermia inadvertida en un hospital general. Rev Colomb Anesthesiol. 2013: 41(2):97-103.
- 3) Baptista W, Rando K, Zunini G. Hipotermia perioperatoria. AAR (Uruguay). 2010; 23(2): 24-38.
- 4) Churchill L. Scientific Principles, Intravenous Anesthetics, Intravenous Opioid Anesthetics: Balanced Anesthesia. [en línea] 2000 [accesado 3 Oct 2014]. Disponible en: http://web.squ.edu.om/med-Lib/MED_CD/E_CDs/anesthesia/site/content/v02/020359r00.HTM.
- 5) Rincón D.A, Valero J.F, Eslava-Schmalbach J. Construcción y validación de un modelo predictivo de hipotermia intraoperatoria. Rev Esp Anesthesiol Reanim. 2008; 55:401-406.
- 6) Scott EM, Buckland R. A systematic review of intraoperative warming to prevent postoperative complications. AORN J 2006 May; 83(5): 1090-113
- 7) Moola S, et al. Effectiveness of strategies for the management and/or prevention of hypothermia within the adult perioperative environment. Int J Evid Based Healthc. 2011 Dec; 9(4):337-45.

- 8) Al-Qahtani A.S, Messahel F.M, Benchmarking inadvertent perioperative hypothermia guidelines with the National Institute For Health And Clinical Excellence. Saudi Med J 2011; Vol. 32 (1): 27-31
- 9) Álvarez Reyes J.R, Factores protectores y de riesgo para hipotermia transoperatoria en pacientes geriátricos a quienes se les realizo el procedimiento resección transuretral de próstata (RTUP). [tesis de maestría]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas; 2013.
- 10) Welch, T.C. A common sense approach to hypothermia. AANA Journal. 2002 Jun; 70(3):227-231.
- 11) Cebrián G. Martínez P. Perales S. Ruiz-Cabello M. Síndromes Hipertérmicos: Regulación de la Temperatura. Principios de Urgencias Emergencias y Cuidados Críticos. [en línea] Andalucía: SAMIUC. 2002. [accesado 4 Oct 2014]. Disponible en: <http://tratado.uninet.edu/c090302.html#2>.
- 12) Guyton AC, Hall JE. Temperatura corporal, regulación de la temperatura y fiebre. Tratado de fisiología medica. 11ª ed. Madrid: Elsevier; 2006: p 889-901.
- 13) Baptista William, Rando Karina, Zunini Graciela. Hipotermia perioperatoria. Anest Analg Reanim [revista en la Internet]. 2010 Dic [citado 2014 Jul 01]; 23(2): 24-38. Disponible en: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-12732010000200004&lng=es.
- 14) Sessler DI. Temperature monitoring. In: Miller RD. Anesthesia 4a ed. New York: Churchill Livingstone; 2004. p. 1363-82.
- 15) Horrow JC, Rosenberg H. Does urinary catheter temperature reflect core temperature during cardiac surgery? Anesthesiology. 1988;69(6):986-9.

- 16) Campos Suarez JM, Zaballos Bustinggorri JM. Hipotermia intraoperatoria no terapéutica: causas, complicaciones, prevención y tratamiento. Rev. Esp. Anesthesiol. Reanim. [en línea] 2003 [accesado 23 junio 2014]; 5(3): [135-144p.] disponible en: http://www.policlinicagipuzkoa.com/docs/medicos/publicaciones/revision_REDAR_II_parte.pdf
- 17) Lindahl SG. Sensing cold and producing heat. *Anesthesiology*. 1997;86(4):758-9.
- 18) Sessler DI. Complications and treatment of mild hypothermia. *Anesthesiology*. 2001;95(2):531-43.
- 19) Winkler M, Akca O, Birkenberg B, Hetz H, Scheck T, Arkilic CF et al. Aggressive Warming Reduces Blood Loss During Hip Arthroplasty. *Anesth Analg*. 2000;91(4):978-84.
- 20) Leslie K, Sessler DI, Bjorksten AR, Moayeri A. Mild hypothermia alters propofol pharmacokinetics and increases the duration of action of atracurium. *Anesth Analg*. 1995;80(5):1007-14.
- 21) Pérez Acuña Claudia Verónica, Cerda Gallardo Angélica Ivonne, Munilla González Viviana Andrea. EFECTOS DE DIFERENTES MÉTODOS DE CALENTAMIENTO UTILIZADOS EN EL PERIOPERATORIO EN EL ADULTO. *Cienc. enferm.* [revista en la Internet]. 2009 [citado 2014 Jul 01]; 15(3): 69-75. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95532009000300008&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95532009000300008>.
- 22) Da Costa Neto, João Moreira, Ramírez Uscátegui, Ricardo Andrés, Lima Carneiro, Rodrigo, da Nóbrega, Pedro Isidro, & Alves Brito, Matheu. (2011). Controle de hipotermia com colchão térmico em cachorras durante ovário-histerectomia. *Revista de Medicina Veterinaria*, (22), 11-19. Recuperado em 01 de julio de 2014, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-93542011000200002&lng=pt&tlng=pt.

- 23) Avellanas M.L., Ricart A., Botella J., Mengelle F., Soteras I., Veres T. et al . Manejo de la hipotermia accidental severa. *Med. Intensiva* [revista en la Internet]. 2012 Abr [citado 2014 Sep 04] ; 36(3): 200-212. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0210-56912012000300006&lng=es.
- 24) Miñamabres E., Holanda M.S., Domínguez Artigas M.J., Rodríguez Borregán J.C.. Hipotermia terapéutica en pacientes neurocríticos. *Med. Intensiva* [revista en la Internet]. 2008 Jul [citado 2014 Sep 04] ; 32(5): 227-235. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0210-56912008000500004&lng=es.
- 25) Feldman E, Rubin B, Surks SN. Beneficial effects of hypothermia after cardiac arrest. *JAMA*. 1960;173:499-501.
- 26) Petrone P, Kuncir Ej, Asensio JA. Surgical management and strategies in the treatment of hypothermia and cold injury. *Emerg Med Clin North Am* 2003;21(4):1165-78.
- 27) Moors AH, Pickett PS, Woolman PS, Bethune DW, Duthe DJR. Convective warming after hypothermic cardiopulmonary bypass. *Br J Anaesth* 1994; 73: 782-785.
- 28) Scott EM, Buckland R. A systematic review of intraoperative warming to prevent postoperative complications. *AORN J* 2006 May; 83(5): 1090-113.
- 29) Biazotto CB, Brudniewski M, Schimidt AP, Auler-Jr JOC. Hipotermia no período perioperatório. *Rev Bras Anesthesiol* 2006 janeiro-fevereiro; 56(1): 89-106.
- 30) Leslie K, Sessler DI. Perioperative hypothermia in the highrisk surgical patient. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2003 December; 17(4): 485-98.

VIII. Anexos
ANEXO # 1

Universidad San Carlos De Guatemala
Hospital Roosevelt
Departamento De Anestesiología
Dra. Yolanda Castañeda



**BOLETA DE RECOLECCION DE DATOS
INCIDENCIA DE HIPOTERMIA TRANSOPERATORIA
EN CIRUGIA ELECTIVA ORTOPEDICA**

EDAD _____ SEXO _____ # REGISTRO _____ INICIALES _____

FECHA: _____ TIPO DE CIRUGIA _____ ASA _____ SERVICIO _____

Horas	Temperatura ambiental °C	Temperatura Timpánica °C
Inicio		
1		
2		
3		
4		
5		
Final		

DURACIÓN DE CIRUGÍA (hr) _____

HIPOTENSIÓN SI

NO

PERDIDAS HEMATICAS (ml) _____

COMPLICACIONES O COMENTARIOS: (transfusiones, líquidos adicionales a requerimientos basales)

ANEXO # 2

ESTIMACIÓN DE VOLUMEN EN COMPRESAS

Grande	100 ml
Mediana	75 ml
Pequeña	50 ml
Gasa	10ml

IX. Permiso del autor para copiar el trabajo

El autor concede permiso para reproducir total o parcialmente y por cualquier medio la tesis titulada: “Incidencia de hipotermia transoperatoria en cirugía electiva ortopédica, en el departamento de anestesiología del Hospital Roosevelt, en el periodo de Enero a Octubre 2015” para propósitos de consulta académica. Sin embargo, quedan reservados los derechos de autor que confiere la ley, cuando sea cualquier otro motivo diferente al que se señala lo que conduzca a su reproducción o comercialización total o parcial.