

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

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a large, circular emblem in the background. It features a central figure of a man on horseback, holding a staff, surrounded by various heraldic symbols including a crown, a lion, and a castle. The Latin motto "CETERAS ORBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEM" is inscribed around the perimeter of the seal.

**EFFECTO DEL CALENTAMIENTO DE FLUIDOS
INTRAVENOSOS PARA LA PREVENCIÓN DE
HIPOTERMIA INTRAOPERATORIA**

ANA GABRIELA SALGUERO SALGUERO

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**

Marzo 2020



ESCUELA DE
ESTUDIOS DE
POSTGRADO

Facultad de Ciencias Médicas Universidad de San Carlos de Guatemala

PME.OI.044.2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

HACE CONSTAR QUE:

El (la) Doctor(a): Ana Gabriela Salguero Salguero

Registro Académico No.: 200840172

No. de CUI : 1931565551801

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 EFECTO DEL CALENTAMIENTO DE FLUIDOS INTRAVENOSOS PARA LA PREVENCIÓN DE HIPORTEMIA INTRAOPERATORIA.

Que fue asesorado por: Dra. Gladis Julieta Gordillo Cabrera, MSc.

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

Quienes lo avalan y han firmado conformes, por lo que se emite, la ORDEN DE IMPRESIÓN para **marzo 2020**.

Guatemala, 12 de febrero de 2020.



Dr. Rigoberto Velásquez Paz, MSc.
Director
Escuela de Estudios de Postgrado



Dr. José Arnoldo Saenz Morales, MA.
Coordinador General
Programa de Maestrías y Especialidades

/rdjgs



ESCUELA DE
ESTUDIOS DE
POSTGRADO

Facultad de Ciencias Médicas Universidad de San Carlos de Guatemala

Oficio PMA/62/19

Guatemala 28 de octubre de 2019

Doctor

Oliver Adrián Valiente Hernández, MSc.

Coordinador Específico

Programa de Maestrías y Especialidades

Facultad de Ciencias Médicas

Universidad de San Carlos de Guatemala

Presente

Respetable Dr. Valiente Hernández:

Por este medio informo que he asesorado a fondo el informe final de graduación que presenta la Doctora **ANA GABRIELA SALGUERO SALGUERO** Carné 200840172, de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología, el cual se titula **EFEECTO DEL CALENTAMIENTO DE FLUIDOS INTRAVENOSOS PARA LA PREVENCIÓN DE HIPOTERMIA INTRAOPERATORIA**.

Luego de asesorar, hago constar que la **Dra. SALGUERO SALGUERO**, 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. Gladis Julieta Gordillo Cabrera
Asesor de Tesis

5ª. Avenida Zona 11 Hospital Roosevelt

Tels. 23217710-23217709

Correo Electrónico: anestesia.roosevelt@hotmail.com



ESCUELA DE
ESTUDIOS DE
POSTGRADO

Facultad de Ciencias Médicas Universidad de San Carlos de Guatemala

Oficio PMA/46/19

Guatemala 30 de septiembre de 2019

Doctora

GLADIS JULIETA GORDILLO CABRERA

Docente Responsable

Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología

Hospital Roosevelt

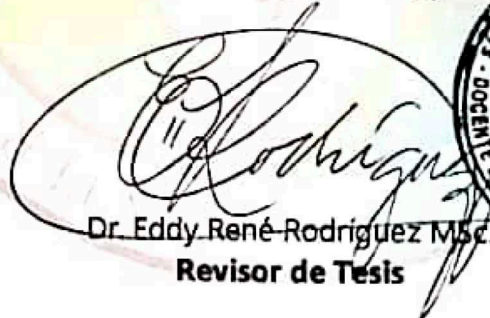
Presente.

Respetable Dra. Gordillo:

Por este medio informo que he revisado a fondo el Informe final de graduación que presenta el Doctora **ANA GABRIELA SALGUERO SALGUERO** Carné 200840172, de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología, el cual se titula **EFFECTO DEL CALENTAMIENTO DE FLUIDOS INTRAVENOSOS PARA LA PREVENCIÓN DE HIPOTERMIA INTRAOPERATORIA.**

Luego de la revisión, hago constar que la Dra. **SALGUERO SALGUERO**, 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 René Rodríguez MSc.
Revisor de Tesis



Dr. Eddy Rodríguez
MSC Cirugía General
Colegiado 7038

5ª. Avenida Zona 11 Hospital Roosevelt

Tels. 23217710-23217709

Correo Electrónico: anestesia.roosevelt@hotmail.com



Facultad de Ciencias Médicas Universidad de San Carlos de Guatemala

A: **Dra. Gladys Julieta Gordillo Cabrera, MSc.**
Docente Responsable
Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología
Hospital Roosevelt

Fecha Recepción: 02 de octubre 2019

Fecha de dictamen: 24 de octubre 2019

Asunto: Revisión de Informe Examen Privado

Ana Gabriela Salguero Salguero

“Efecto del calentamiento de fluidos intravenosos para la prevención de hipotermia intraoperatoria.”

Sugerencias de la Revisión: **Autorizar examen privado.**

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Dra. María Victoria Pimentel Moreno, MSc.
Unidad de Investigación de Tests
Escuela de Estudios de Postgrado



Cc. Archivo

MVPM/karin

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	iv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
III. OBJETIVOS	24
IV. HIPÓTESIS	25
V. MATERIALES Y METODOS	26
VI. RESULTADOS	33
VII. DISCUSIÓN Y ANALISIS DE DATOS	36
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
VIII. ANEXOS	44

RESUMEN

Introducción: Las mujeres embarazadas tienen durante el parto las tasas más altas de hipotermia asociadas a anestesia regional; en sala de operaciones, la temperatura disminuye en promedio 3°C durante la anestesia. El uso de mantas térmicas y administración de soluciones calentadas son métodos para prevenir hipotermia.

Objetivo: Determinar el efecto de la administración de fluidos intravenosos calentados en la prevención de hipotermia intraoperatoria en pacientes sometidas a cesárea bajo anestesia regional.

Metodología: La población corresponde a mujeres embarazadas sometidas a cesárea electiva bajo anestesia regional en sala de labor y partos del Hospital Roosevelt; la muestra estuvo constituida por 262 pacientes evaluadas durante los meses de enero a octubre del 2017, de las cuales 131 recibieron soluciones intravenosas calentadas. Se evaluó la incidencia de hipotermia intraoperatoria.

Resultados: Del total de pacientes a las que se les administró un bolus de solución calentada ninguna desarrolló hipotermia, mientras que el 51.9% de las pacientes que recibieron soluciones sin calentar presentó hipotermia intraoperatoria y esta diferencia resultó significativa ($p < 0.001$). Los factores de riesgo asociados al desarrollo de hipotermia intraoperatoria fueron uso de bloqueo espinal ($p = 0.006$, RR = 1.83) y las cirugías que duran más de una hora ($p = 0.028$, RR = 1.57); además se observó que los pacientes que desarrollaron hipotermia perdieron en promedio 138 ml de sangre más que quienes no desarrollaron hipotermia ($p < 0.001$).

Conclusiones: El uso de soluciones intravenosas calentadas disminuye la incidencia de hipotermia intraoperatoria en pacientes sometidas a cesárea electiva.

Palabras clave: prevención, hipotermia, cesárea electiva, soluciones calentadas, período intraoperatorio.

I. INTRODUCCIÓN

La hipotermia durante la fase intraoperatoria es común, siendo su incidencia en aproximadamente 60%, lo que ocurre debido al desorden en la termorregulación provocada por la anestesia, debido a la naturaleza o tipo de cirugía y al propio medio ambiente quirúrgico (1).

La mayor importancia de este hecho reside en la comprobación de las consecuencias, siendo bastante graves las alteraciones fisiológicas producto de la hipotermia, como son la disminución en el flujo sanguíneo a nivel de todos los sistemas, arritmia cardíaca, aumento en la demanda de oxígeno tisular de oxígeno de 400% a 500% con disminución del metabolismo, perjuicio en la función plaquetaria, aumento de la susceptibilidad de infección de herida operatoria quirúrgica, entre los principales (2).

El control de la temperatura corporal se establece por el equilibrio entre la pérdida y la producción de calor. Para el mantenimiento de la temperatura corporal, el organismo trabaja básicamente a través de dos mecanismos reguladores (3).

La importancia de la hipotermia no planificada es que causa varios efectos en el organismo: altera la vía de la coagulación y produce insuficiencia de la función plaquetaria, lo que puede ocasionar hemorragias; aumenta la isquemia cardíaca, por disminución de la oxigenación normal; enlentece el metabolismo de los agentes anestésicos; altera el proceso de cicatrización de las heridas; retarda la recuperación de la anestesia e incrementa el número de infecciones, en comparación con lo que ocurre en pacientes que mantuvieron su temperatura normal. En consecuencia la hipotermia impactará en el aumento de los costos, ya que el tiempo de estadía en la sala de recuperación aumenta y en algunos casos, prácticamente se duplica, con el consiguiente incremento del gasto (4).

En el Hospital Roosevelt, en sala de labor y partos se ha observado que la hipotermia se presenta con bastante frecuencia y que esta está relacionada con el temblor. El temblor relacionado con la anestesia espinal y epidural es un problema

para la parturienta, porque puede causar trastornos cardiovasculares y metabólicos. Esos efectos pueden aumentar el riesgo de las madres y de los fetos durante el parto.

Este estudio tuvo como objetivo determinar el efecto de la administración de fluidos calentados en la prevención de hipotermia intraoperatoria en pacientes sometidas a cesárea bajo anestesia regional e identificar los factores de riesgo relacionados. El estudio fue de tipo transversal analítico y consistió en la comparación de un grupo que recibió soluciones intravenosas calentadas (131 pacientes) con un grupo que recibió soluciones sin calentar (131 pacientes).

Del total de pacientes a las que se les administró un bolus de solución calentada ninguna desarrolló hipotermia, mientras que el 51.9% de las pacientes que recibieron soluciones sin calentar presentó hipotermia intraoperatoria y esta diferencia resultó significativa ($p < 0.001$).

Los factores de riesgo asociados al desarrollo de hipotermia intraoperatoria fueron uso de bloqueo espinal ($p = 0.006$, RR = 1.83) y las cirugías que duran más de una hora ($p = 0.028$, RR = 1.57); además se observó que los pacientes que desarrollaron hipotermia perdieron en promedio 138 ml de sangre más que quienes no desarrollaron hipotermia ($p < 0.001$).

II. ANTECEDENTES

2.1. Estado del arte

El estudio “Efectividad de las estrategias para el manejo/prevención de hipotermia perioperatoria en el adulto” publicado por Lockwood y Moola en 2011 sobre 1451 concluyó que el calentamiento de los fluidos intravenosos y de irrigación a una temperatura mayor (38-40°C) a la temperatura de sala de operaciones provee beneficios significativos a los pacientes en términos de variables hemodinámicas estables y una temperatura corporal mayor (5).

El estudio sobre el “Efecto del precalentamiento de los fluidos intravenosos en la hipotermia perioperatoria” en 2014, evaluó el uso del precalentamiento de los fluidos intravenosos a 41°C en la hipotermia perioperatoria en 53 pacientes femeninas sometidas a cirugía urológica. Se concluyó que la temperatura corporal era significativamente mayor en el grupo al que se le administraban fluidos precalentados. La incidencia de hipotermia fue menor y los escalofríos postoperatorios disminuyeron (6).

El estudio realizado por Campbell, Alderson y Smith en el Hospital Ninewells, Dundee, Reino Unido, en 2015, sobre 1250 pacientes estimó la efectividad del calentamiento preoperatorio o intraoperatorio de los fluidos intravenosos y de irrigación en la prevención de hipotermia y sus complicaciones durante la cirugía en adultos. Los investigadores usaron fluidos calentados a temperaturas entre 37°C a 41°C. Encontraron que el calentamiento de soluciones reduce significativamente ($p < 0.05$) el riesgo de escalofríos postoperatorios y la hipotermia (7).

El estudio “Effectiveness of warming interventions for women undergoing cesarean section” publicado en el Clinical Research Nurse, por Munday, en Australia durante el 2015 en 719 pacientes indicó que el uso de fluidos

intravenosos calentados fue efectivo en la reducción de hipotermia materna y temblores postoperatorios (8).

El estudio “Effect of administration of pre-warmed intravenous fluids on the frequency of hypothermia following spinal anesthesia for Cesarean delivery” publicado por Yokoyama en el Journal of Clinical Anesthesia, sobre 30 pacientes programadas para cesárea electiva bajo anestesia regional, indica que la administración de soluciones precalentadas disminuye la frecuencia de hipotermia perioperatoria, mejorando la recuperación postoperatoria y disminuyendo las complicaciones como sangrado y temblores (9).

El sistema nervioso autónomo de los mamíferos homeotermos, incluido el hombre, cumple con la trascendente función de mantener la normotermia, de forma que aún mínimas desviaciones de la temperatura corporal central se traducen en disfunción celular y tisular importantes. La importancia de comprender en profundidad estos fenómenos radica que la anestesia produce una anulación de estos mecanismos pudiente potencialmente alterar los mecanismos fisiológicos de termorregulación (10).

2.2. Hipotermia, fisiología e implicación anestésica

La termorregulación depende de un sistema fisiológico conformado por termorreceptores centrales y periféricos, un centro de control e integración y un sistema eferente de respuesta que ejecuta las acciones compensatorias (11).

Los aferentes térmicos provienen de los receptores para el frío y el calor, anatómicamente diferentes, que pueden tener localización central o periférica. La temperatura corporal central se mantiene a través de la integración, por parte del mecanismo de control central, situado en el hipotálamo, de las señales térmicas provenientes de las estructuras centrales y periféricas, comparando la temperatura corporal media con la temperatura objetivo predeterminado (11).

En el hombre la respuesta efectiva a los cambios del contenido de calor depende de factores conductuales y autonómicos. Estos últimos involucran cambios en el tono vascular en la piel y el músculo, la termogénesis generada por temblor y no dependiente del temblor, cuando se requiere un aumento de la producción de calor corporal y la sudoración cuando se requiere un descenso (11).

Las respuestas conductuales son importantes en el hombre, particularmente frente al frío, donde son cuantitativamente más importantes que los mecanismos autonómicos. La alteración de la termorregulación también se ve influida por otra serie de condicionantes relacionada con el tipo de técnica anestésica y tipo de procedimiento quirúrgico (10).

Las anestias neuroaxiales producen tanta, si no más, alteración sobre la temperatura que la anestesia general, agravada por el empleo de sedantes. Se produce una disminución de la temperatura corporal entre $0,15^{\circ}\text{C}$ y $0,06^{\circ}\text{C}$ por cada dermatoma bloqueado y en $0,3^{\circ}\text{C}$ por cada fracción de 10 años del paciente (12).

Tanto la anestesia epidural como subaracnoidea disminuyen el umbral de temperatura que activa la vasoconstricción y los temblores en $0,6^{\circ}\text{C}$, así como la intensidad de estas. Las técnicas regionales sobre el neuroeje, más la anestesia espinal que la epidural, alteran la termorregulación en el compartimiento central por redistribución máxima a nivel de las extremidades inferiores, pero sobre todo en el compartimiento periférico por el extenso bloqueo del sistema nervioso simpático, anulando la vasoconstricción y los escalofríos (13).

El sistema regulador mal interpreta una temperatura anormalmente elevada en los miembros inferiores bloqueados, permitiendo que la temperatura central caiga más de lo debido antes de activar los mecanismos de defensa (4).

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 poco utilizada en la gran mayoría de las intervenciones quirúrgicas llevadas a cabo. La ausencia de dicha monitorización impide tanto cuantificar la hipotermia intraoperatoria 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 (11).

La importancia de detectar dicha hipotermia radica en que se la ha correlacionado con un aumento de la morbilidad perioperatoria: alteraciones de la coagulación, prolongación de la farmacocinética, acidosis metabólica, aumento de incidentes cardiovasculares y mayor incidencia de infecciones postoperatorias (4).

2.3. Temperatura central normal y definición de hipotermia

Cerca de 1860, el médico Carl Wunderlich, usando termómetros de mercurio, estableció el paradigma de la temperatura corporal de 37°C, basado en las mediciones de la temperatura axilar de miles de pacientes. La medición de la temperatura usada en la rutina clínica de hoy en día fue introducida por Wunderlich para monitorizar el curso de la enfermedad en pacientes hospitalizados (14).

El paradigma fue confirmado por termómetros modernos que miden la temperatura en sitios cercanos al dorso del cuerpo. Hoy es conocido que la temperatura central está sujeta a un ritmo biológico, variando de acuerdo al momento del día y del año que se mide (3).

Todo el metabolismo del cuerpo humano, produciendo calor contribuye al mantenimiento de la temperatura del cuerpo y este es afectado por la actividad física y las hormonas. Es por esto, un rango de temperatura normal puede ser definido

entre 36 a 37.5°C. Reconociendo que una temperatura por debajo de 36°C debe ser considerada hipotermia (13).

2.3.1. Aspectos fisiopatológicos de la hipotermia perioperatoria

La hipotermia está presente en el período perioperatorio en 26% a 90% de todos los pacientes que se les realiza cirugía electiva. El enfriamiento del paciente es el resultado de la redistribución del calor después de la inducción de la anestesia junto a la pérdida de calor. El cambio físico entre el cuerpo y el ambiente ocurre por cuatro mecanismos:

- Radiación (50% a 70%)
 - Convección (pérdida de calor vía aire ambiente, 15% a 25%)
 - Evaporación (vía piel y mucosas, 5% a 20%)
 - Conducción (pérdida de calor por contacto directo entre superficies, 3% a 5%)
- (15).

2.3.2. Efectos del calentamiento en el perioperatorio

A continuación, se presentan los efectos del calentamiento, según la etapa perioperatoria (16).

2.3.2.1. Período preoperatorio

De acuerdo a las investigaciones, el único efecto de la aplicación del calentamiento observado durante este periodo es el aumento de la temperatura previa a la cirugía. Se realizó un estudio para determinar si el calentamiento facilita la canulación venosa periférica. Demostrando éxito para la inserción de la cánula en un 94% en el grupo de calentamiento y el tiempo promedio de cateterización exitosa se redujo significativamente a la mitad en el grupo de calentamiento activo (16).

2.3.2.2. Período intraoperatorio

La aplicación de calentamiento durante este periodo resulta en la mantención de la normotermia desde aproximadamente 15 minutos de iniciada su aplicación hasta el final de la cirugía. Otro efecto reportado durante este periodo es la disminución del sangramiento y la necesidad de transfusiones sanguíneas (16).

2.3.2.3. Período postoperatorio

La normotermia producida por el calentamiento intraoperatorio, se mantiene hasta 5 horas postoperatorias. Las investigaciones demuestran que el calentamiento durante los periodos pre e intraoperatorio, tanto local como sistémico, reducen significativamente la incidencia de infección de la herida operatoria (16).

Los escalofríos postoperatorios son una seria complicación de la hipotermia que incrementa el consumo de oxígeno entre un 200 y 600% y es proporcional a la pérdida de calor durante el periodo intraoperatorio. Al respecto, la evidencia muestra que el calentamiento intraoperatorio disminuye los escalofríos postoperatorios en aproximadamente un 30% (16).

Se ha estudiado que los pacientes que recibieron calentamiento calificaron este periodo como confortable y no observaron la presencia de sudoración entre ellos. En relación a lo anterior, se ha reportado que pacientes que son sometidos a calentamiento refieren mayor confort térmico y ausencia de sensación de frío (17).

Estos resultados se pueden explicar con la investigación realizada en pacientes sometidos a cirugía plástica electiva, en la que se encontró que los pacientes que se mantuvieron hipotérmicos presentaron un TTP mayor y un tiempo de sangría más largo en comparación con el grupo al que se le aplicó calentamiento intraoperatorio (17).

Respecto a los parámetros hemodinámicos, el calentamiento produce una disminución en la presión arterial diastólica, sistólica y media en el postoperatorio inmediato. Una disminución de 1.5°C en la temperatura central se asoció a concentraciones de norepinefrina más altas en el periodo postoperatorio inmediato, lo que podría representar un componente termorregulatorio en la respuesta de esta hormona (18).

Diversos estudios han demostrado que el calentamiento intraoperatorio disminuye la vasoconstricción postoperatoria en aproximadamente un 30% y este efecto se mantiene por una hora postcirugía. Esto da cuenta que la normotermia evitaría la activación del sistema nervioso simpático, y por lo tanto el incremento en los niveles de presión arterial (19).

También se ha observado una incidencia significativamente menor de eventos al electrocardiograma (isquemia y taquicardia ventricular) y de eventos mórbidos cardíacos (angina/isquemia inestable, paro cardíaco e infarto al miocardio) en el periodo postoperatorio, en los pacientes que recibieron calentamiento con aire forzado.

Además, demuestran que la mantención de la normotermia perioperatoria se asocia a una disminución de la incidencia de eventos cardíacos en el periodo postoperatorio inmediato (19).

El calentamiento disminuye significativamente los requerimientos de ventilación mecánica de un 18 a un 11%. Así mismo, las investigaciones muestran que el calentamiento favorece la extubación endotraqueal precoz (19).

El calentamiento cutáneo agresivo está asociada a una disminución de los requerimientos en la terapia vasodilatadora después de la cirugía. También se encontró que el calentamiento disminuyó los requerimientos de vasodilatadores en un 13% y la disminución estadísticamente significativa en el uso de antibióticos postoperatorios de un 15,9 a un 6,5% (19).

El "score" de dolor postoperatorio fue significativamente menor al aplicar dos horas de calentamiento postoperatorio. También se describió la utilización de una cantidad de morfina significativamente menor durante las primeras 12 horas postoperatorias, en las personas que recibieron calentamiento (19).

2.3.3. Tiempo de hospitalización

En pacientes sometidos a resección colorrectal, la duración de la hospitalización se redujo en 2,6 días (aproximadamente el 20%) en los pacientes que se mantuvieron normotérmicos durante la cirugía. Además, se encontró una disminución de aproximadamente un 50% en la duración de la hospitalización en la unidad de recuperación (20).

2.3.4. Diagnóstico de hipotermia y métodos de medición

Históricamente, la temperatura corporal ha sido monitorizada durante la anestesia general con la finalidad de detectar Hipertermia Maligna, pero con la mayor comprensión de los mecanismos de la hipotermia perioperatoria y sus importantes consecuencias en los resultados postoperatorios, su utilización se ha extendido en las últimas décadas (13).

Actualmente, la medición continúa de la temperatura central se utiliza para el monitoreo intraoperatorio de la hipotermia, prevenir el sobrecalentamiento cuando se utilizan medidas de calefacción y facilitar el diagnóstico de Hipertermia Maligna (13).

La temperatura corporal no es uniforme en todo el organismo, por lo que la temperatura registrada en cada localización tiene diferente significación fisiológica y práctica. La temperatura del músculo y la de 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).

2.4. Tipos de Dispositivos para monitorización de la temperatura corporal

Los sistemas electrónicos de registro de temperatura han desplazado a los viejos termómetros de mercurio y cristal, de respuesta lenta, menos precisos y de uso más engorroso. 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 y evaluar las ventajas y desventajas del método seleccionado (21).

Los sistemas más utilizados son los del tipo termodupla y los termistores electrónicos, los cuales 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 y lo suficientemente económicos como para desecharse luego de un único uso. También están disponibles dispositivos de este tipo para medir la temperatura en tejidos profundos (21).

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, método éste que muchas veces es poco confiable. 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 con métodos de calentamiento de superficie activos en el intraoperatorio, debido a que el propio dispositivo también se calienta, supraestimando el valor de la temperatura central (13).

2.4.1. Sitios de monitorización

El monitoreo de la Temperatura central puede hacerse en distintos sitios del cuerpo y la elección de uno en particular debe basarse en la accesibilidad, la comodidad, la seguridad y la situación clínica. El compartimiento central, como se comentó en apartados anteriores, puede definirse como un compartimiento térmico compuesto por tejidos con elevada perfusión, que tienen una temperatura más elevada y uniforme que el resto de los tejidos corporales (22).

La temperatura central, se establece como la de la sangre que irriga el centro termorregulador en el hipotálamo (arteria carótida interna). Las sondas de medición de temperatura utilizadas en el contexto clínico para monitorizar la temperatura central, permiten medir la temperatura de la sangre que circula a través de grandes arterias próximas al sitio de colocación (23).

El gold estándar para la medición de la temperatura central, es la temperatura de la sangre en la arteria pulmonar, realizada a través de un catéter endovascular, pero es posible utilizar otros sitios con menor grado de invasividad, para su estimación, la nasofaringe, el tercio inferior del esófago, la membrana timpánica, el recto, la vejiga y la superficie cutánea, con diferente grado de exactitud (23).

La sonda de temperatura nasofaríngea, colocada en posición permite medir la temperatura de la arteria carótida interna adyacente. Presenta el inconveniente de que su desplazamiento hacia el esófago puede infraestimar la temperatura del compartimiento central al enfriarse con los gases inspirados (24).

Las sondas colocadas en posición en el 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 o incluso más distalmente, de modo que provean lecturas precisas (25).

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 baipás cardiopulmonar, estos sitios de monitorización continúan siendo confiables (25).

La temperatura central también puede ser estimada con razonable precisión utilizando la temperatura oral, axilar, rectal e intravesical excepto durante situaciones clínicas de extrema perturbación térmica (25).

La medición de la temperatura axilar es adecuada 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 (25).

La temperatura de la superficie de la piel medida con sensores de cristal líquido, que se colocan en la frente, detectan cambios de $0,5^{\circ}\text{C}$ y al igual que otros métodos que utilizan la superficie cutánea, son útiles para observar las tendencias de cambio de la temperatura, pero son inadecuados en la hipotermia leve o cuando la vasoconstricción intensa de la piel genera un gradiente de 2 a 3°C con respecto a la temperatura timpánica (25).

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 esta (25).

La temperatura rectal, también se correlaciona bien con la temperatura central, pero no se incrementa adecuadamente durante la Hipertermia Maligna, así como en otras situaciones clínicas. Por lo tanto, tanto la temperatura cutánea como la rectal, deben

ser utilizadas con precaución. Debido a que la temperatura rectal presenta un retraso temporal considerable en los cambios como respuesta a la hipotermia inducida durante el bypass cardiopulmonar, se considera un sitio con correlación intermedia con la temperatura central, en pacientes sometidos a hipotermia intencional (25).

Al igual que la temperatura rectal, la monitorización de la temperatura con sondas intravesicales, 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 (25).

La temperatura corporal debe ser monitoreada en todos los pacientes a los que se les realiza procedimientos quirúrgicos con el objetivo de detectar precozmente sus variaciones (25).

Para prevenir hipotermia y reconocerla temprano, la temperatura corporal del paciente debe ser medida antes que ingrese a sala de operaciones (1 a 2 horas antes del inicio de la anestesia) y también al ingreso a sala de operaciones. Intraoperatoriamente, el monitoreo continuo de la temperatura es recomendado. Si la temperatura es medida intermitentemente, esto debe ser realizado al menos cada 15 minutos (25).

En la práctica, la medición de la temperatura corporal depende del método usado y donde es medida. Perioperatoriamente, la temperatura corporal debe ser medida en el mismo sitio y usando el mismo método. La medición invasiva de la temperatura central en la arteria pulmonar por un catéter Swan-Ganz es el sitio de referencia (25).

Uno de los sitios menos invasivos para la medición, es la boca, las mediciones de temperatura en este sitio son fáciles de realizar, reproducibles y se correlacionan bien con la temperatura corporal central; y pueden ser medidas en el pre, post e intraoperatorio (25).

Otros métodos menos invasivos para uso perioperatorio dependiendo de la región quirúrgica son, naso/orofaringe, esófago, vejiga urinaria o medición directa de la membrana timpánica (25).

Durante anestesia regional o en caso de pacientes ventilados con mascarilla facial esta medición de temperatura esofágica puede ser substituida por medición axilar, oral, en la piel de la región frontal o timpánica en intervalos de 15 minutos (25).

2.5. Factores de riesgo para hipotermia perioperatoria inadvertida

Por los 1950, el médico inglés Sir George Pickering expresó que el método más efectivo para enfriar a un humano era anestesiario (13).

Este efecto de la anestesia significa que básicamente todo paciente bajo anestesia general o regional desarrollará hipotermia, aunque el desarrollo de hipotermia es afectado por otros factores relacionados para cada paciente, tipo de anestesia, cirugía, drogas usadas y el ambiente (13).

Los siguientes incrementan el riesgo para el desarrollo de hipotermia perioperatoria:

- Edad avanzada (mayores de 60 años)
- Bajo peso/desnutrición
- Condiciones preexistentes que afectan la termorregulación (diabetes mellitus con polineuropatía, ingesta de drogas sedantes o psicoactivas)
- Una clasificación ASA (American Society of Anesthesiologists) mayor que I (Clases de riesgo ASA clasifica la mortalidad postoperatoria; el riesgo incrementa exponencialmente con cada número).
- Hipotermia preexistente
- Si la anestesia general es combinada con anestesia regional cerca de la médula espinal (especialmente si es un bloqueo alto), el riesgo de

enfriamiento intraoperatorio incrementa. Una duración de la anestesia mayor de 2 horas y la infusión de grandes volúmenes de soluciones no calentadas o transfusión de células rojas frías (4°C) también aumentan la hipotermia inadvertida.

- La naturaleza, extensión y duración de la cirugía
- La temperatura de la sala de operaciones también tiene un efecto decisivo en la temperatura corporal del paciente (13).

2.6. Complicaciones de la hipotermia inadvertida

Las complicaciones más severas asociadas a hipotermia perioperatoria inadvertida son eventos cardíacos como arritmias cardíacas e infarto de miocardio, desórdenes de coagulación con incremento del sangrado y los requerimientos transfusionales e infecciones del sitio quirúrgico. Adicionalmente, los efectos de los agentes anestésicos se prolongan y las concentraciones de potasio sérico disminuyen (20).

La presión parcial de oxígeno es baja por la vasoconstricción periférica secundaria al frío. Esto afecta la actividad fagocítica de los granulocitos polimorfonucleares dependientes de oxígeno y eleva el riesgo de infecciones postoperatorias (20).

Los escalofríos pueden ocurrir en la hipotermia perioperatoria conforme a la anestesia desaparece. Esto es regulado como un mecanismo fisiológico de la producción de calor, pero es una experiencia como placentera para el paciente e incrementa el consumo de oxígeno un 40% (20).

La hipotermia perioperatoria incrementa la estadía en el hospital y los costos del tratamiento. La hipotermia conlleva el incremento de la morbilidad, al alterar diversos sistemas y funciones del organismo (20).

2.6.1. Escalofríos y activación simpática

Habitualmente los pacientes suelen comentar que los escalofríos son una de las experiencias más desagradables del postoperatorio inmediato, y muchos refieren que su aparición aumenta el dolor durante dicho período. Los escalofríos se producen como respuesta al frío y son el resultado de una actividad muscular involuntaria que aumenta la producción de calor metabólico. Consisten en contracciones musculares seguidas de relajación a razón de 4-8 ciclos/min (22).

Se desencadenan por señales procedentes del hipotálamo, esta señal se transmite hasta las motoneuronas medulares. Éstas son reclutadas en secuencias, según su tamaño, empezando las motoneuronas seguidas por las pequeñas motoneuronas tónicas a y finalmente por las de mayor tamaño fásicas. El incremento del metabolismo muscular local puede llegar a un 600% de forma puntual, pero lo habitual es que si persisten origine un aumento del 100% del calor basal (22).

Hay que tener presente que los incrementos en el consumo de oxígeno pueden constituir un factor de desequilibrio en ciertos pacientes afectados de patologías con gasto cardíaco fijo, shunts intrapulmonares y/o reserva respiratoria limitada. Por otra parte, la hipoxemia suele reducir la aparición y amplitud de los escalofríos (22).

2.7. Medidas preventivas

2.7.1. Calentamiento del paciente antes de la cirugía

El concepto de precalentamiento del paciente está basado en el modelo simplificado que las partes periféricas del cuerpo del paciente son consideradas “buffers térmicos”. Cuando un paciente está despierto, hay un gradiente de temperatura natural entre el centro y la periferia (piel) cerca de 5 a 8°C. Calentando la superficie

del cuerpo reduce este gradiente e incrementa el calor corporal, la caída inicial en la temperatura seguida de la distribución después de la inducción de la anestesia es reducida (25).

Este calentamiento activo antes de la inducción de la anestesia general es muy efectivo en la prevención de hipotermia perioperatoria. El calentamiento debe ser al menos por 10 a 30 minutos. Los pacientes deben también ser calentados activamente antes de la anestesia espinal o epidural (25).

2.7.2. Calentamiento activo del paciente durante la cirugía

El calentamiento convectivo usando un colchón térmico de aire forzado es muy efectivo, teniendo en cuenta que la mayor parte de pérdida de calor por el paciente es a través de la radiación y la convección. A través del colchón, el aire calentado fluye sobre la piel del paciente (19).

Durante el período intraoperatorio, esto es desde la inducción hasta el final de la anestesia, todos los pacientes quienes están programados para recibir anestesia mayo de 30 minutos deben ser activamente calentados. En los pacientes que han sido precalentados, el calentamiento activo intraoperatorio no es requerido si la duración de la anestesia es menor a 60 minutos (19).

2.7.3. Calentamiento de infusiones y productos sanguíneos

La administración de grandes volúmenes de soluciones de infusión y productos sanguíneos fríos reduce la temperatura central corporal, además el calentamiento intraoperatorio de infusiones o productos sanguíneos mayores de 500mL/h deben ser implementados. El calentamiento de soluciones de infusión es muy efectivo (24).

La pérdida de la normotermia durante la cirugía es resultado de distintos factores, como el uso de drogas que impactan en la termorregulación y las bajas temperaturas de sala de operaciones (26).

Con el incremento de la atención de la esencia y magnitud de la hipotermia perioperatoria, los métodos de prevención tienen un interés reciente. No es suficiente preguntarse si la hipotermia debe ser prevenida; la pregunta es cómo debe prevenirse la hipotermia. Los métodos para prevenir la hipotermia pueden ser activos o pasivos.

Las condiciones de sala de operaciones deben ser confortables para todos los miembros del equipo, pero principalmente para el paciente. La temperatura ideal de sala de operaciones es difícil de definir, algunos van de 21-24°C, los anestesiólogos prefieren temperaturas significativamente mayores (24).

El desfavorable efecto de los fluidos de infusión e irrigación más fríos que la temperatura del paciente fue reportada desde 1960. Un descenso en la temperatura central de 0,5°C a 1.0°C fue observado después de la transfusión de 500ml de sangre fría; y masivas transfusiones fueron asociadas con hipotermia marcada y un riesgo alto de arresto cardíaco (24).

Un estudio en 1964 encontró que la transfusión de más de 3000mL de sangre fría a un ritmo de 50-100mL/minuto resultó en arresto cardíaco en 12 de 25 casos, la transfusión del mismo volumen de sangre calentada resultó en arresto cardíaco en 8 de 118 casos. Desde entonces la actitud hacia la terapia con fluidos y sangre calentada ha cambiado, con las propiedades descritas en las guías y periódicamente actualizadas (24).

Es posible estimar la energía gastada relacionada con la administración de fluidos fríos. Para incrementar la temperatura de 1 kg de agua un 1°C, 1 kcal es requerida, entonces el cuerpo necesita 16 kcal de energía para calentar 1 litro de soluciones cristaloides de la temperatura de sala de operaciones (21°C) a la temperatura

corporal normal (37^{0C}). La prevalencia reportada de hipotermia perioperatoria es del 50 al 90%. La hipotermia inadvertida es común en pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos (20).

2.8. Hipotermia y anestesia regional

La anestesia regional espinal y epidural producen bloqueo simpático con vasodilatación y pérdida de temperatura. Se inhibe además el mecanismo de los escalofríos en el área bloqueada. La anestesia epidural ha estado asociada con hipotermia perioperatoria durante el parto por cesárea (13)

El efecto de la anestesia espinal es más marcado comparado con el de la anestesia epidural. La incidencia de hipotermia postoperatoria en pacientes que recibieron anestesia espinal para parto por cesárea fue de 80% en pacientes no calentadas. Los escalofríos asociados con anestesia espinal ocurren en un 56.7% de los pacientes. Adicionalmente, los escalofríos perioperatorios pueden ocurrir en un 85% de las pacientes que se les realiza parto por cesárea bajo anestesia espinal (16).

Los escalofríos postanestésicos agravan el dolor postoperatorio, incrementan las presiones intracraneal e intraocular y es especialmente incómodo para las madres durante la labor y el parto. Escalofríos también tienen muchos efectos adversos incluyendo el consumo de oxígeno e hipoxemia (22).

Hipotermia durante la anestesia regional es muy común y es una causa de escalofríos.

Hay tres razones para hipotermia bajo anestesia espinal:

- la anestesia espinal adelanta la redistribución del calor desde el centro hasta el compartimento periférico.

- con la pérdida de la vasoconstricción termorreguladora abajo del nivel del bloqueo espinal, hay incremento de la pérdida de calor desde la superficie corporal.
- existe una termorregulación alterada bajo anestesia espinal caracterizada por un decremento del 0,5°C en vasoconstricción y escalofríos (27).

Es difícil tratar la redistribución central a periférica del calor corporal, sin embargo, la redistribución puede ser prevenida por el calentamiento cutáneo preanestésico. El precalentamiento de fluidos reduce el descenso de la temperatura materna y promueve el confort térmico durante la cesárea bajo anestesia espinal-epidural combinada, pero no afecta los escalofríos (27).

Estudios previos han demostrado que 15 minutos de precalentamiento con aire forzado combinado con calentamiento intraoperatorio previene hipotermia y escalofríos durante el parto por cesárea bajo anestesia epidural (24).

La prevención de la hipotermia es una práctica anestésica aceptada y existe evidencia de la literatura que respalda el mantenimiento de la normotermia. Muchas estrategias existen para el mantenimiento de la normotermia durante la anestesia, incluyendo altas temperaturas ambientales, el uso de colchones térmicos y el calentamiento de fluidos intravenosos (16).

La monitorización de la temperatura habitualmente es obviada durante la anestesia regional, a pesar de la evidencia de una elevada incidencia de hipotermia intraoperatoria (16).

Se ha constatado en numerosos estudios que la duración de la cirugía, la temperatura ambiente del quirófano y la tipología corporal no suelen ser factores que puedan predecir la incidencia de hipotermia intraoperatoria del paciente sometido a

anestesia regional. Si en cambio son predictores de hipotermia, el nivel del bloqueo metamérico alcanzado y la edad del paciente (16).

La anestesia locorregional inhibe el control termorregulador de forma central, pero su acción periférica es más intensa mediante el bloqueo de los nervios periféricos como motores, lo que inhibe la vasoconstricción reguladora y la aparición de escalofríos (5).

Paradójicamente con frecuencia el paciente no es consciente de la instauración de la hipotermia, puesto que percibe el calor cutáneo procedente de la vasodilatación local.

La hipotermia es consecuencia tanto de la redistribución de la temperatura desde el compartimento central hacia la periferia, como a la pérdida de calor hacia el ambiente de las áreas vasodilatadas por el bloqueo simpático (5).

En caso de realizarse un bloqueo que comprenda las extremidades inferiores, el contenido de calor en el brazo suele disminuir unas 5 Kcal/h tras la inducción de la anestesia, mientras que la temperatura de las extremidades inferiores aumenta de forma significativa (5).

La redistribución contribuye en un 89% a este descenso inicial ($0,8 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$), requiriendo una transferencia de 20 Kcal desde el tronco hacia las extremidades. Durante las siguientes 2 horas la temperatura central desciende otros $0,4 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$, disminuyendo el papel de la redistribución a un 62% (5).

A pesar del papel predominante de la redistribución durante la anestesia raquídea, el descenso de la temperatura central sólo es la mitad del observado durante una anestesia general debido al hecho de que se mantiene el nivel metabólico basal y en las extremidades superiores se instaura una vasoconstricción precoz (5).

Sin embargo, el mantenimiento de la normotermia mediante calentamiento activo disminuye el tiempo de recuperación térmica postanestésica. Desde el punto térmico merece especial mención la realización de una anestesia multimodal (asociación de anestesia general y epidural), debido al hecho de que no se suele alcanzar la meseta hipotérmica en la temperatura central que al cabo de 2 horas suele instaurarse en un paciente sometido solo a anestesia general, en cambio la temperatura sigue disminuyendo de forma persistente (0,4 °C/h) debido al mantenimiento del bloqueo simpático y de la vasodilatación subyacente (5).

La hipotermia, al igual que el bloqueo nervioso, se instaura de forma más rápida tras la anestesia subaracnoidea que con la técnica epidural. Aunque la incidencia de pacientes hipotérmicos con las dos técnicas es similar, no así la tasa del descenso de la temperatura, puesto que el mejor bloqueo sensitivo de las extremidades inferiores alcanzado mediante la técnica subaracnoidea parece favorecer la intensidad de esta.

Al inhibir de forma más intensa los mecanismos termorreguladores, es un factor que hay que tener en cuenta en caso de mantener bloqueos subaracnoideos continuos mediante catéter. La respuesta vasoconstrictora de los pacientes ancianos es de menor magnitud que la de los adultos jóvenes. Éstos, sometidos a anestesia raquídea, presentan escalofríos a una temperatura central de 36,8°C, en cambio la mayoría de los pacientes de más de 80 años no inician los escalofríos hasta los 35,2°C. El motivo de estas diferencias radica en una menor capacidad de respuesta del sistema nervioso autónomo (28).

III. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

3.1.1. Determinar el efecto de la administración de fluidos intravenosos calentados en la prevención de hipotermia intraoperatoria en pacientes sometidas a cesárea bajo anestesia regional.

3.2. Objetivo específico

3.2.1. Cuantificar la incidencia de hipotermia intraoperatoria en pacientes sometidas a cesárea bajo anestesia regional.

3.2.2. Identificar las variables relacionadas al desarrollo de hipotermia perioperatoria.

IV. HIPÓTESIS

4.1. Hipótesis nula

La administración de fluidos intravenosos calentados en pacientes sometidas a cesárea bajo anestesia regional no previene la aparición de hipotermia intraoperatoria.

4.2. Hipótesis alterna

La administración de fluidos intravenosos calentados en pacientes sometidas a cesárea bajo anestesia regional previene la aparición de hipotermia intraoperatoria.

V. MATERIALES Y METODOS

5.1. Tipo y diseño de la investigación

Estudio analítico que determinó el efecto de soluciones intravenosas calentadas en la prevención de hipotermia intraoperatoria.

5.2. Población

Pacientes sometidas a cesárea electiva bajo anestesia regional a quienes se les administró o no soluciones intravenosas calentadas y se monitorizó la temperatura en el período transoperatorio.

5.3. Diseño de muestreo

El universo está conformado por 1386 pacientes a quienes se le realizó cesárea electiva en el año 2015 en base a la estadística realizada por el departamento de Anestesiología. Se seleccionaron 262 pacientes mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde:

N = Total de la población

Z α = 1.96 al cuadrado (si la seguridad es del 95%)

p = proporción esperada (en este caso 30% = 0.3)

q = 1 – p (en este caso 1-0.3 = 0.7)

d = precisión (en su investigación use un 5%).

$$n = \frac{1386 \times (1.96)^2 \times 0.3 \times 0.7}{(0.05)^2 \times (1386-1) + (1.96)^2 \times 0.3 \times 0.7}$$

$$n = \frac{1386 \times 0.8067}{3.4625 + 0.8067}$$

$$n = 262$$

5.4. Selección de los sujetos a estudio

5.4.1. Criterios de inclusión

- Pacientes sometidas a cesárea electiva entre 10 a 49 años bajo anestesia regional que se encontraron dentro de la clasificación de la American Society of Anesthesiologist (ASA) II.

5.4.2. Criterios de exclusión

- Pacientes con coagulopatías.
- Infección en el sitio de punción.
- Antecedente de cirugía de columna o deformidades anatómicas de columna vertebral.

5.5. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	UNIDAD DE MEDICIÓN
Administración de soluciones calentadas	Administración de grandes volúmenes de soluciones de infusión y productos sanguíneos (500mL/h) calentados con el fin de reducir la probabilidad de hipotermia.	Se asignó dos grupos de manera de 1:1, aleatoriamente, en pacientes sometidas a cesárea electiva entre 10 a 49 años, bajo anestesia regional en el período de enero a octubre del 2017.	Cualitativa	Nominal	Con soluciones calentadas
Hipotermia	Disminución de la temperatura	Disminución de la temperatura corporal por debajo de 36 °C	Cualitativa	Nominal	Con hipotermia Sin hipotermia
Anestesia Regional	Acto médico controlado en el que se usan fármacos para bloquear la sensibilidad táctil y dolorosa de un paciente bloqueando el impulso doloroso a nivel de la médula espinal, y a su vez puede ser: epidural o raquídea.	Tipo de anestesia registrada en hoja de anestesia.	Cualitativa	Nominal	Espinal o Epidural

Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento	Edad en años registrada en el expediente	Cuantitativa	Razón	Años
Tiempo de cirugía	Tiempo transcurrido desde el inicio de la anestesia hasta la finalización de la cirugía	Según la resta de la hora final menos la hora inicial según lo consignado en hoja de sala de operaciones.	Cualitativa	Nominal	0 a 1 horas Más de 1 hora
Pérdidas sanguíneas	Cantidad de sangre que pierde un paciente durante un procedimiento quirúrgico	Cuantificación realizada por el médico jefe o residente de las pérdidas sanguíneas	Cuantitativa	Razón	mL

5.6. Procedimiento

- Se asignó dos grupos de manera de 1:1, aleatoriamente, en pacientes sometidas a cesárea electiva entre 10 a 49 años, bajo anestesia regional en el período de enero a octubre del 2017.
- Se seleccionó al sujeto que cumpla con el criterio de inclusión.
- Se evaluó al paciente en la premedicación, indicando que firme la hoja de consentimiento informado.
- Se enumeraron las boletas de 1 a 262.
- En una tómbola se colocaron dos hojas de papel que indicaban si el paciente sería del grupo del que se administró soluciones intravenosas calentadas previas a la administración del bloqueo o anestesia regional sin soluciones calentadas.
- Se procedió a llenar la información general de las pacientes en la boleta de recolección de datos.

- Se calentaron los fluidos intravenosos en este caso soluciones cristaloides en el calentador de soluciones a 38°C.
- Se verificó la permeabilidad de la canalización de la vena, o en caso de no tener permeable el acceso venoso, se realizó canalización con un catéter venoso periférico calibre 18G, el sitio será lo más proximal posible de los miembros superiores, evitando pliegues cutáneos y asegurando una adecuada permeabilidad.
- A las pacientes del grupo 1 se les administró un bolo de 1000cc de solución salina calentada por catéter periférico venoso calibre 18G. Al grupo 2 se administrarán solución salina sin calentar.
- Se midió la temperatura de la membrana timpánica por medio de un termómetro digital a través del canal auditivo externo derecho o izquierdo previo a la colocación del bloqueo espinal o epidural.
- El médico jefe o residente colocó el bloqueo espinal o epidural según técnica conocida.
- Se monitorizó la temperatura cada 1 hora.
- Se registró el tiempo de cirugía y las pérdidas sanguíneas en la boleta de recolección de datos.
- Se determinó quienes presentan hipotermia.
- Se hizo la elaboración del informe final el cual será entregado al docente de investigación para su aprobación.

5.7. Instrumento de recolección de datos

El instrumento fue tomado a las pacientes a quienes se le realice cesárea electiva bajo anestesia regional, se registrará la presencia de hipotermia perioperatoria y sus factores de riesgo (Ver anexo #1).

5.8. Procesamiento y análisis de los datos

Los datos fueron procesados en una hoja electrónica de Excel y analizados en el software PSPP (software de distribución libre). El resumen de datos se hizo con cálculo de frecuencias absolutas y relativas (datos cualitativos) y media y desviación estándar (datos numéricos). Se hizo un cruce de variables con tablas de contingencia.

Se usó la prueba de T de Student, la prueba de chi cuadrado y la prueba exacta de Fisher con significancia del 5% para comparar la incidencia de hipotermia. El tamaño del efecto se midió a través del riesgo relativo.

5.9. Aspectos éticos

Se respetaron los principios de no maleficencia pues no se causó ningún tipo de daño; la justicia pues la asignación a los grupos fue aleatoria, es decir no dependió de ningún criterio del investigador; autonomía, pues se les dio a las personas la opción de participar o no y retirarse del estudio si así lo quisieran; y de beneficencia, pues lo que se buscaba era tener más información para ofrecer opciones terapéuticas más seguras.

Este estudio pertenece a la Categoría II (Riesgo Moderado): Comprende estudios o el registro de datos por medio de procedimientos diagnósticos de rutina (físicos o psicológicos). Con la utilización de medicamentos o especialidades medicinales autorizadas, de empleo común y amplio margen terapéutico (utilizados para indicaciones, dosis y vías de administración establecidas).

El protocolo e informe final fue revisado y aprobado por el Departamento de Docencia e Investigación del Hospital Roosevelt quien indicó que no se necesitaba

de un consentimiento informado por tratarse de un estudio de Categoría II. El autor declara no tener conflicto de intereses.

VI. RESULTADOS

En este estudio participaron 262 mujeres embarazadas a las que se les practicó cesárea electiva con uso de anestesia regional; de las cuales 131 recibieron soluciones calentadas y 131 que no recibieron las soluciones calentadas.

Tabla 1.
Comparación de las características de los pacientes (n = 262)

		Grupo				Valor p
		No calentadas		Calentadas		
		f	%	f	%	
Edad (años)	14 a 18	21	16.0%	14	10.7%	0.643
	19 a 23	40	30.5%	49	37.4%	
	24 a 28	57	43.5%	57	43.5%	
	29 a 33	11	8.4%	9	6.9%	
	34 a 38	2	1.5%	2	1.5%	
Tipo de bloqueo	Epidural	47	35.9%	71	54.2%	0.003
	Espinal	84	64.1%	60	45.8%	
		Media	Desvest	Media	Desvest	0.227
Temperatura basal °C		37.2	0.2	37.1	0.2	

Tabla 2.
Incidencia de hipotermia según la temperatura de administración de las soluciones intravenosas

Tipo de soluciones administradas	Hipotermia			
	No		Sí	
	f	%	f	%
No calentadas	63	48.1%	68	51.9%
Calentadas	131	100.0%	0	0.0%

Valor p, prueba exacta de Fisher < 0.001

Riesgo relativo = 137.0

Tabla 3.

Complicaciones asociadas a tipo de soluciones administradas

		Grupo				Valor p
		No calentadas		Calentadas		
		f	%	f	%	
Complicaciones	No	78	59.5%	131	100.0%	< 0.001
	Sí	53	40.5%	0	0.0%	
Tipo de complicaciones	Hemorragia	3	2.3%	0	0.0%	< 0.001
	Náuseas / vómitos	16	12.2%	0	0.0%	
	Ninguna	63	48.1%	131	100.0%	
	Temblores	49	37.4%	0	0.0%	
Pérdidas sanguíneas (mL)		Media	Desvest	Media	Desvest	< 0.001
		676	150	539	150	

Tabla 4.

Evaluación de las variables asociadas a hipotermia

		Hipotermia				Valor p
		No		Sí		
		f	%	f	%	
Edad (años)	14 a 18	25	71.4%	10	28.6%	0.635
	19 a 23	67	75.3%	22	24.7%	
	24 a 28	87	76.3%	27	23.7%	
	29 a 33	13	65.0%	7	35.0%	
	34 a 38	2	50.0%	2	50.0%	
Tipo de bloqueo	Epidural	97	82.2%	21	17.8%	0.006
	Espinal	97	67.4%	47	32.6%	
Duración de cirugía (h)	1	118	79.2%	31	20.8%	0.028
	2	76	67.9%	36	32.1%	
	3	0	0.0%	1	100.0%	
Pérdidas sanguíneas (mL)		Media	Desvest	Media	Desvest	< 0.001
		539	150	676	150	

RR tipo bloqueo espinal = 1.83

RR duración de cirugía = 1.57

Diferencia promedio pérdidas sanguíneas = 138 ml

VII. DISCUSIÓN Y ANALISIS DE DATOS

Esta investigación que tuvo como objetivo determinar el efecto de la administración de fluidos intravenosos calentados en la prevención de hipotermia intraoperatoria en pacientes sometidas a cesárea bajo anestesia regional. Para ello se evaluó a 131 pacientes que recibieron soluciones intravenosas calentadas, y 131 pacientes que recibieron soluciones no calentadas.

Primeramente, se compararon las características de ambos grupos, donde se observó que la edad no varió significativamente ($p = 0.643$), así mismo no hubo variación en la temperatura basal ($p = 0.227$); sin embargo, sí se encontró una diferencia significativa en la distribución del tipo de bloqueo, donde el bloqueo espinal fue más frecuente en las personas que no recibieron soluciones calentadas ($p = 0.003$). Más adelante se comentará la implicación que en este grupo haya un mayor porcentaje de pacientes que recibieron bloqueo espinal.

En la tabla 2, se observó que en el grupo que recibió soluciones calentadas no se observó ningún caso de hipotermia mientras que en quienes recibieron soluciones no calentadas la incidencia de hipotermia fue del 51.9%, y según el valor p de la prueba exacta de Fisher se concluye que se debe rechazar la hipótesis nula pues este valor es menor al nivel de error tipo I aceptado para este estudio, es decir un error del 5%. El hecho que no se haya encontrado ningún caso de hipotermia en el grupo que recibió soluciones calentadas impidió que se calculara con suficiente precisión el efecto del calentamiento de las soluciones sobre la aparición de hipotermia pues el riesgo relativo calculado es de 137, es decir una persona que no recibió soluciones calentadas tiene 137 veces más riesgo de desarrollar hipotermia, pero esta estimación es imprecisa y podemos concluir solamente que el efecto del calentamiento de las soluciones para prevenir la hipotermia es grande. Con esta evidencia se rechaza la hipótesis nula que indicaba que la administración de fluidos intravenosos calentados en pacientes sometidas a cesárea bajo anestesia regional no previene la aparición de hipotermia intraoperatoria.

Existe ya suficiente evidencia en la cual puede encontrar sustento lo observado en la tabla 2, por ejemplo el meta análisis de Moola y colaboradores concluye sobre la revisión sistemática de 9 estudios que la hipotermia se previene calentando las soluciones a una temperatura entre 38 a 40 °C (5).

Luego se evaluaron las complicaciones asociadas al calentamiento de las soluciones donde se encontró que ninguno de los pacientes que recibió soluciones calentadas desarrolló alguna complicación mientras que el 40.5% de las pacientes que recibieron soluciones no calentadas sí tuvo alguna complicación; y como se indicó anteriormente en este grupo el 48.1% presentó hipotermia, y la complicación que se presentó con mayor frecuencia fue los temblores en 49 de 53 de estas pacientes, la cual es la complicación más frecuente observada en los pacientes que sufren hipotermia en el embarazo como se menciona en diversos estudios; también es importante indicar que 3 de estas pacientes presentaron hemorragia y que las pérdidas sanguíneas fueron mayores en pacientes que recibieron soluciones no calentadas, en promedio en 137 ml ($p < 0.001$).

En otros estudios como el de Hasankhani y colaboradores, se observó que las pacientes que desarrollan hipotermia tienen disminuciones más abruptas de la presión arterial y el efecto de recuperación es menor en las pacientes con temperatura normal durante (24).

Finalmente se identificaron los factores de riesgo relacionados en el desarrollo de hipotermia perioperatoria concluyéndose que la edad no influye significativamente en el desarrollo de hipotermia, pero sí el bloqueo espinal ($p = 0.006$), donde las pacientes que recibieron bloqueo espinal tienen 1.8 veces el riesgo de desarrollar hipotermia con relación a quienes recibieron bloqueo epidural; la cirugía con duración de más de una hora, por otro lado, presentó 1.57 veces el riesgo de desarrollo de hipotermia en comparación con las cirugías que duraron no más de una hora y esta

diferencia fue significativa ($p = 0.0028$), esto último tiene coherencia con lo referido por Knaepel, quien menciona que las cirugías con mayor duración poseen más riesgo de desarrollo de hipotermia (20). Además, se observó que los pacientes que desarrollaron hipotermia perdieron en promedio 138 ml de sangre más que quienes no desarrollaron hipotermia ($p < 0.001$). Si bien se observó que pacientes más añosas presentaron mayor incidencia de hipotermia, como se indicó anteriormente no se observaron diferencias significativas, y estos resultados difieren de los indicados por Torossian y colaboradores, quienes afirman que las mujeres mayores de 60 años tienen mayor riesgo de hipotermia (16).

Luego de conocer los factores de hipotermia e identificar como uno de ellos la aplicación de bloqueo espinal, el cual a la vez se aplicó en mayor medida a las mujeres que no recibieron soluciones calentadas, se entiende que puede que la aplicación de bloqueo espinal en un mayor porcentaje de las pacientes del grupo de soluciones no calentadas explica en parte porqué en este grupo hubo mayor incidencia de hipotermia y dificulta el cálculo del efecto de la administración de soluciones calentadas sobre la prevención de la hipotermia, y al no haber ningún caso de hipotermia en este último grupo no se puede aplicar un método de análisis que reduzca el factor de confusión como lo sería la regresión logística, la cual no se pudo aplicar a estos datos.

7.1. Conclusiones

7.1.1. Del total de pacientes a las que se les administró un bolus de solución calentada ninguna desarrolló hipotermia, mientras que el 51.9% de las pacientes que recibieron soluciones sin calentar presentó hipotermia intraoperatoria y esta diferencia resultó significativa ($p < 0.001$).

7.1.2. Los factores de riesgo relacionados en el desarrollo de hipotermia perioperatoria fueron uso de bloqueo espinal ($p = 0.006$, RR = 1.83) y las cirugías que duran más de una hora ($p = 0.028$, RR = 1.57); además se observó que los pacientes que desarrollaron hipotermia perdieron en promedio 138 ml de sangre más que quienes no desarrollaron hipotermia ($p < 0.001$).

7.2. Recomendaciones

- 7.2.1.** Se recomienda la monitorización de la temperatura la anestesia regional ya que las pacientes presentan una disminución de 1.2°C en la primera hora de cirugía.
- 7.2.2.** Prevenir la hipotermia intraoperatoria pues se asocia a complicaciones como temblores postoperatorios, náuseas/vómitos y hemorragia.
- 7.2.3.** Administrar soluciones calentadas como medida de prevención para el desarrollo de hipotermia intraoperatoria.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tramontini CC, Graziano KU. Hypothermia control in elderly surgical patients in the intraoperative period: evaluation of two nursing interventions. *Rev Lat Am Enfermagem* [en línea]. 2007;15(4):626–31. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-11692007000400016&lng=en&tlng=en
2. Guzmán R, Portocarrero V. Eficacia del sistema de calentamiento por aire forzado en la prevención de la hipotermia en el periodo perioperatorio (tesis de posgrado). Universidad Norbert Wiener; 2017.
3. Collins V. Anestesiología: anestesiología general y regional. 3a. edición. México, D.F.: Interamericana; 1996.
4. Wagner D. Hipotermia perioperatoria: estrategias para la gestión. *Medwave* [en línea]. 2007;7(7). Disponible en: <http://www.medwave.cl/link.cgi/Medwave/Enfermeria/enfquirurgica/2/2796>
5. Moola S, Lockwood C. Effectiveness of strategies for the management and/or prevention of hypothermia within the adult perioperative environment. *Int J Evid Based Healthc* [en línea]. 2011;9(4):337–45. Disponible en: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=01258363-201112000-00002>
6. Kim G, Kim MH, Lee SM, Choi SJ, Shin YH, Jeong HJ. Effect of pre-warmed intravenous fluids on perioperative hypothermia and shivering after ambulatory surgery under monitored anesthesia care. *J Anesth* [en línea]. 2014;28(6):880–5. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/s00540-014-1820-z>
7. Campbell G, Alderson P, Smith AF, Warttig S. Warming of intravenous and irrigation fluids for preventing inadvertent perioperative hypothermia. *Cochrane Database Syst Rev* [en línea]. 2015;13(4). Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD009891.pub2>
8. Munday J, Hines S, Wallace K, Chang AM, Gibbons K, Yates P. A Systematic Review of the Effectiveness of Warming Interventions for Women Undergoing Cesarean Section. *Worldviews Evidence-Based Nurs* [en línea]. 2014;11(6):383–93. Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1111/wvn.12067>

9. Yokoyama K, Suzuki M, Shimada Y, Matsushima T, Bito H, Sakamoto A. Effect of administration of pre-warmed intravenous fluids on the frequency of hypothermia following spinal anesthesia for Cesarean delivery. *J Clin Anesth* [en línea]. 2009;21(4):242–8. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0952818009000828>
10. Miller R. Anestesia. Madrid: Elsevier; 2005.
11. Hall J. Guyton y Hall. Tratado de Fisiología Médica. 13th ed. Madrid: Elsevier; 2016.
12. Sanjuán M, Abad E, de la Flor M. Termorregulación y manejo perioperatorio. *Cir May Amb*. 2011;16(4):173–90.
13. Baptista W, Rando K, Zunini G. Hipotermia perioperatoria. *Anest Analg Reanim*. 2010;23(2):24–36.
14. Picquart M, Carrasco I. De la temperatura y su medición. *Lat Am J Phys Educ*. 2017;11(1):1–12.
15. Melo P, Cordero I, Cordoví L, Mora I. Hipotermia no intencionada y su repercusión en la morbilidad posoperatoria. *Rev Cuba Anestesiol Reanim*. 14AD;3.
16. Torossian A, Bräuer A, Höcker J, Bein B, Wulf H, Horn E-P. Preventing inadvertent perioperative hypothermia. *Dtsch Arztebl Int* [en línea]. 2015;112(10):166–72. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25837741>
17. Horn E-P, Schroeder F, Gottschalk A, Sessler DI, Hiltmeyer N, Standl T, et al. Active warming during cesarean delivery. *Anesth Analg* [en línea]. 2002;94(2):409–14, table of contents. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11812709>
18. Asthana V, Sharma J, Lal S, Singh R. Effect of irrigation fluid temperature on core temperature and hemodynamic changes in transurethral resection of prostate under spinal anesthesia. *Anesth Essays Res* [en línea]. 2014;8(2):209. Disponible en: <http://www.aeronline.org/text.asp?2014/8/2/209/134508>
19. Saito T, Sessler DI, Fujita K, Ooi Y, Jeffrey R. Thermoregulatory effects of spinal and epidural anesthesia during cesarean delivery. *Reg Anesth Pain Med* [en línea]. 23(4):418–23. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9690596>

20. Knaepel A. Inadvertent Perioperative Hypothermia: A Literature Review. *J Perioper Pract* [en línea]. 2012;22(3):86–90. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/175045891202200302>
21. Anshus JS, Endahl GL, Mottley JL. Microwave heating of intravenous fluids. *Am J Emerg Med* [en línea]. 1985;3(4):316–9. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0735675785900543>
22. Cooper S. The effect of preoperative warming on patients' postoperative temperatures. *AORN J* [en línea]. 2006;83(5):1073–6, 1079–84; quiz 1085–8. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16722285>
23. Lenhardt R. Local warming and insertion of peripheral venous cannulas: single blinded prospective randomised controlled trial and single blinded randomised crossover trial. *BMJ* [en línea]. 2002;325(7361):409–409. Disponible en: <http://www.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bmj.325.7361.409>
24. Hasankhani H, Mohammadi E, Moazzami F, Mokhtari M, Naghizadeh MM. The Effects of Warming Intravenous Fluids on Perioperative Haemodynamic Situation, Postoperative Shivering and Recovery in Orthopaedic Surgery. *Br J Anaesth Recover Nurs* [en línea]. 2005;6(1):7–11. Disponible en: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S1742645605000045
25. Kober A, Scheck T, Füllesdi B, Lieba F, Vlach W, Friedman A, et al. Effectiveness of Resistive Heating Compared With Passive Warming in Treating Hypothermia Associated With Minor Trauma: A Randomized Trial. *Mayo Clin Proc* [en línea]. 2001;76(4):369–75. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0025619611623847>
26. Barash P, Cullen B, Stoelting R. *Anestesia clínica*. 3a edición. México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana; 1997.
27. Jiménez Y. Anestesia espinal subaracnoidea. *Rev Electrónica Portales Médicos* [en línea]. 2010; Disponible en: http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/anestesiologia/anestesia_espinal_subaracnoidea.pdf
28. Fossum S, Hays J, Henson MM. A comparison study on the effects of prewarming patients in the outpatient surgery setting. *J PeriAnesthesia Nurs* [en línea]. 2001;16(3):187–94. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1089947201970509>

VIII. ANEXOS

8.1. Instrumento de recolección de datos

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN ANESTESIOLOGÍA
COMITÉ DE INVESTIGACIÓN

BOLETA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

EFFECTO DEL CALENTAMIENTO DE FLUIDOS INTRAVENOSOS PARA LA
PREVENCIÓN DE HIPOTERMIA INTRAOPERATORIA

REGISTRO No. _____

NOMBRE: _____ ASA: _____

EDAD: _____ TIPO DE BLOQUEO: _____ PESO: _____

TEMPERATURA INICIAL: _____ °C

REGISTRO DE TEMPERATURA	
0-1 hora	
1-2 horas	
2-3 horas	

HIPOTERMIA SI NO

DURACIÓN DE CIRUGÍA: _____

PÉRDIDAS SANGUÍNEAS TOTALES: _____

COMPLICACIONES: SI NO CUAL: _____

PERMISO DE AUTOR PARA COPIAR EL TRABAJO

El autor concede permiso para reproducir total o parcialmente y por cualquier medio la tesis titulada: SENSIBILIDAD DIAGNÓSTICA DE RESONANCIA MAGNETICA COMPARADO CON HALLAZGOS ENCOTRADOS EN ARTROSCOPIA EN AFECCIONES DE RODILLA 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.