



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA**



**HOSPITAL REGIONAL  
ALTA ESPECIALIDAD  
CIUDAD SALUD**

**HOSPITAL REGIONAL DE ALTA ESPECIALIDAD “CIUDAD SALUD”**

**Clasificación de la severidad del sangrado quirúrgico según el  
Advanced Trauma Life Support en pacientes con hipotermia inadvertida  
sometidos a cirugía mayor bajo anestesia general**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL GRADO DE  
ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGÍA.**

**PRESENTA**

Dr. Dietmar Alberto Anaya Mier.

**DIRECTOR DE TESIS**

Dra. Abril Velázquez Balbuena.

**ASESOR DE TESIS**

QFB. Ma Guadalupe Trujillo Vizuet.

**TAPACHULA - CHIAPAS, MÉXICO.**

2021



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## **AUTORIZACIÓN DE TESIS**

---

**Dra. Ana Elisa Ramírez Sánchez.**

Jefe de Enseñanza

Hospital Regional de Alta Especialidad “Ciudad Salud”

---

**Dra. Abril Velázquez Balbuena.**

Directora de Tesis

Profesor Titular del Curso

Hospital Regional de Alta Especialidad “Ciudad Salud”

---

**QFB. Ma Guadalupe Trujillo Vizuet.**

Asesor de Tesis

Laboratorio de Investigación

Hospital Regional de Alta Especialidad “Ciudad Salud”

## **ACEPTACIÓN**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

**Firma presidente del jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Ciudad**

---

**Fecha (Día, Mes y Año)**

## **Agradecimientos**

*A mi Hospital sede Ciudad Salud que me acogió, me formó y apoyó en  
este proceso.*

*A todos y cada uno de los adscritos que ha aportado su tiempo, sus  
enseñanzas y sus palabras para lograr este sueño.*

## **Dedicatoria**

***Al todo poderoso que ha sido fiel a sus promesas y me ha bendecido con toda clase de bendiciones materiales y espirituales, a su hijo Jesucristo mi redentor y su Espíritu Santo que ha hecho nuevas en mí todas las cosas.***

***A mi familia que ha confiado en mi esfuerzo y me ha acompañado incondicionalmente desde la distancia en cada paso que he dado.***

***A Juan por su incondicionalidad y apoyo***

## TABLA DE CONTENIDO

<b>I.- RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
ANTECEDENTES.....	1
OBJETIVO.....	1
METODOLOGÍA.....	1
RESULTADOS:.....	1
CONCLUSIONES:.....	2
PALABRAS CLAVE:.....	2
<b>II. ABSTRACT.....</b>	<b>3</b>
BACKGROUND.....	3
OBJECTIVE:.....	3
METHODOLOGY.....	3
RESULTS:.....	3
CONCLUSIONS:.....	3
KEYWORDS:.....	3
<b>III. MARCO TEORICO.....</b>	<b>4</b>
GENERALIDADES.....	4
ANTECEDENTES CIENTÍFICOS.....	27
<b>IV.- JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>31</b>
<b>V.- HIPOTESIS.....</b>	<b>32</b>
<b>VI. OBJETIVOS.....</b>	<b>33</b>
OBJETIVO GENERAL:.....	33
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	33

<b>VII.- MATERIAL Y MÉTODOS.</b> .....	<b>34</b>
DISEÑO DEL ESTUDIO:.....	34
LUGAR DE ESTUDIO:.....	34
POBLACIÓN: .....	34
MUESTRA:.....	34
TAMAÑO DE LA MUESTRA: .....	34
DURACIÓN DEL ESTUDIO:.....	35
CRITERIOS DE INCLUSIÓN: .....	35
CRITERIOS DE EXCLUSIÓN: .....	36
CRITERIOS DE ELIMINACIÓN:.....	36
INSTRUMENTO DE MEDICION. ....	36
<b>VIII. PROCEDIMIENTOS DEL ESTUDIO.</b> .....	<b>37</b>
<b>IX. ANÁLISIS ESTADÍSTICO</b> .....	<b>38</b>
<b>X. CONSIDERACIONES ÉTICAS.</b> .....	<b>39</b>
CONFIDENCIALIDAD DE LOS DATOS. ....	39
DERECHO A LA PRIVACIDAD Y CONSENTIMIENTO INFORMADO .....	39
ASPECTOS ÉTICOS DE LA INVESTIGACIÓN CON SERES HUMANOS. ....	39
<b>XI. MANEJO DE DATOS Y MONITOREO.</b> .....	<b>40</b>
<b>XII RESULTADOS</b> .....	<b>41</b>
<b>GRÁFICO 1. DISTRIBUCIÓN DE LOS CASOS POR GÉNERO</b> .....	<b>41</b>
<b>TABLA 1. DISTRIBUCIÓN DE LAS VARIABLES NUMÉRICAS</b> .....	<b>42</b>
<b>GRÁFICO 2. DISTRIBUCIÓN DE LOS PACIENTES POR CLASIFICACIÓN ASA</b> .....	<b>43</b>
<b>GRÁFICO 3. DISTRIBUCIÓN POR ESPECIALIDAD TRATRANTE</b> .....	<b>44</b>



TABLA 2.	DISTRIBUCIÓN POR GRADO DE HIPOTERMIA .....	44
TABLA 3.	DISTRIBUCIÓN POR SEVERIDAD DEL SANGRADO.....	45
TABLA 4.	DISTRIBUCIÓN DE CASOS SEGÚN REQUERIMIENTO TRANSFUSIONAL.....	45
TABLA 5.	DISTRIBUCIÓN DE LAS VARIABLES CATEGÓRICAS EN ASOCIACIÓN CON EL GRADO DE HIPOTERMIA .....	46
TABLA 6.	DISTRIBUCIÓN ENTRE LA SEVERIDAD DEL SANGRADO EN RELACIÓN CON LAS VARIABLES NUMÉRICAS .....	47
TABLA 7.	DISTRIBUCIÓN ENTRE LA SEVERIDAD DEL SANGRADO EN RELACIÓN CON LAS VARIABLES NUMÉRICAS .....	49
<b>XIII.</b>	<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>50</b>
<b>XIV.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>52</b>
<b>XV.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>54</b>
<b>XVI.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>58</b>
1.	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN.....	58
2.	CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN UN PROTOCOLO DE INVESTIGACION EN SALUD. ....	59
3.	HOJA DE REGISTRO DE DATOS PARA TABULACION.....	63

## LISTA DE TABLAS

TABLA 1. DISTRIBUCIÓN DE LAS VARIABLES NUMÉRICAS .....	42
TABLA 2. DISTRIBUCIÓN POR GRADO DE HIPOTERMIA .....	44
TABLA 3. DISTRIBUCIÓN POR SEVERIDAD DEL SANGRADO .....	45
TABLA 4. DISTRIBUCIÓN DE CASOS SEGÚN REQUERIMIENTO TRANSFUSIONAL. ..	45
TABLA 5. DISTRIBUCIÓN DE LAS VARIABLES CATEGÓRICAS EN ASOCIACIÓN CON EL GRADO DE HIPOTERMIA .....	46
TABLA 6. DISTRIBUCIÓN ENTRE LA SEVERIDAD DEL SANGRADO EN RELACIÓN CON LAS VARIABLES NUMÉRICAS .....	47
TABLA 7. DISTRIBUCIÓN ENTRE LA SEVERIDAD DEL SANGRADO EN RELACIÓN CON LAS VARIABLES NUMÉRICAS .....	49

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1.	DISTRIBUCIÓN DE LOS CASOS POR GÉNERO .....	41
GRÁFICO 2.	DISTRIBUCIÓN DE LOS PACIENTES POR CLASIFICACIÓN ASA .....	43
GRÁFICO 3.	DISTRIBUCIÓN POR ESPECIALIDAD TRATRANTE.....	44

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 CLASIFICACIÓN DEL CHOQUE HIPOVOLÉMICO SEGÚN LA ATLS.....	26
---	----

## Abreviaturas

ASA	American Society of Anesthesiology
ATC	Artroplastia total de cadera
ATLS	American Trauma Life Support
ATP	Adenosin trifosfato
ATR	Artroplastia total de rodilla
CAM	Concentración alveolar mínima
CEC	Circulación extracorpórea
Cm	Centímetro
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
COVID-19	Enfermedad por coronavirus 19
GC	Gasto Cardíaco
HRAE	Hospital Regional de Alta Especialidad
IL	Interleuquina
IMC	Índice de masa corporal
ISQ	Infección del sitio quirúrgico
Kg	Kilogramo
L	Litro
M	Metro
MI	Mililitro
°C	Grados Centígrados
PAM	Presión Arterial Media

SARS-COV2	del inglés <i>severe acute respiratory syndrome coronavirus 2</i>
TNF- $\alpha$	Factor de Necrosis Tumoral alfa
TXA2	Tromboxano A2
VSCT	Volumen sanguíneo circulante total
X2	Chi cuadrado

## **I.- RESUMEN.**

---

### **Antecedentes.**

La hipotermia inadvertida transoperatoria es una entidad común en los pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos. Las alteraciones fisiológicas descritas y relacionadas con la hipotermia son múltiples, entre los que se encuentran mayor riesgo de infección del sitio operatorio, alteración plaquetaria y de los factores de coagulación con incremento de las pérdidas hemáticas perioperatorias y la necesidad de transfusión alogénica, mayor riesgo de dehiscencia de heridas, mayor incidencia de taquicardia y eventos cardíacos mórbidos entre otros. Pese a que los mecanismos fisiopatológicos que se desencadenan como consecuencia de la hipotermia se han estudiado a profundidad y han sido ampliamente descritos en los años subsecuentes, no existe una evidencia contundente y generalizada que demuestren una relación entre el grado de hipotermia y la severidad del sangrado.

### **Objetivo**

“Clasificar la severidad del sangrado intraoperatorio según el advanced trauma life support (ATLS) en relación al grado de hipotermia inadvertida en pacientes sometidos a cirugía mayor abdominal bajo anestesia general balanceada en el HRAE “Ciudad Salud”.

### **Metodología.**

Tipo de estudio: Observacional, prospectivo. Lugar de estudio: Hospital regional de alta especialidad “Ciudad Salud”. Población: Pacientes adultos sometidos a cirugía mayor abdominal bajo anestesia general balanceada en el período comprendido entre mayo a octubre de 2021.

**Resultados:** El peso mínimo de la población de estudio, fue de 50kg, con un peso máximo de 99kg, con un peso promedio de 72kg; en cuanto a la talla, se tuvo una talla mínima de 1.38m, con una talla máxima de 1.75m, con una talla media de 1.56m; la edad mínima fue de 24 años, con una edad máxima de 83 años, con una edad media de 48.88 años; acorde al IMC, se obtuvo un IMC mínimo de 20.4, con un máximo de 46.61, con un IMC promedio de 29.37; en cuanto al VSCT, se obtuvo un mínimo de 3.13, con un máximo de 5.62, con una media de 4.11; la temperatura más baja registrada en los pacientes, fue de 34.8°, con una máxima de 36°, con una temperatura media de 35.3°; el volumen de sangrado mínimo fue de 0.02L, con un sangrado máximo de 1.6L, con un sangrado promedio de 0.425L; en cuanto al porcentaje de pérdida hemática, se obtuvo un porcentaje de pérdida mínimo de 0.48%, con un máximo de 49.63%, con una media de 10.779%.

**Conclusiones:** No se encontró relación entre la hipotermia con peso, talla, edad, IMC, VSCT, temperatura más baja registrada, volumen de sangrado y porcentaje de pérdida hemática

**Palabras Clave:** hipotermia, hemorragia, cirugía, porcentaje de sangrado



## II. ABSTRACT

---

**Background.** Transoperative inadvertent hypothermia is a common entity in patients undergoing surgical procedures. The physiological alterations described and related to hypothermia are multiple, among which are increased risk of infection of the operative site, platelet alteration and coagulation factors with increased perioperative blood losses and the need for allogeneic transfusion, increased risk of wound dehiscence, higher incidence of tachycardia and morbid cardiac events among others. Although the pathophysiological mechanisms triggered as a result of hypothermia have been studied in depth and have been widely described in subsequent years, there is no strong and widespread evidence to demonstrate a relationship between the degree of hypothermia and the severity of bleeding.

**Objective:** To classify the severity of intraoperative bleeding according to advanced trauma life support (ATLS) in relation to the degree of inadvertent hypothermia in patients undergoing major abdominal surgery under balanced general anesthesia in the HRAE "Ciudad Salud".

**Methodology.**

Type of study: Observational, prospective. Place of study: Regional hospital of high specialty "Ciudad Salud". Population: Adult patients undergoing major abdominal surgery under balanced general anesthesia in the period from May to October 2021.

**Results:** The minimum weight of the study population was 50kg, with a maximum weight of 99kg, with an average weight of 72kg; as for the size, there was a minimum size of 1.38m, with a maximum size of 1.75m, with an average size of 1.56m; the minimum age was 24 years, with a maximum age of 83 years, with a mean age of 48.88 years; according to the BMI, a minimum BMI of 20.4 was obtained, with a maximum of 46.61, with an average BMI of 29.37; as for the VSCT, a minimum of 3.13 was obtained, with a maximum of 5.62, with an average of 4.11; the lowest temperature recorded in the patients was 34.8°, with a maximum of 36°, with an average temperature of 35.3°; the minimum bleeding volume was 0.02L, with a maximum bleeding of 1.6L, with an average bleeding of 0.425L; as for the percentage of blood loss, a minimum loss percentage of 0.48% was obtained, with a maximum of 49.63%, with an average of 10.779%.

**Conclusions:** No association was found between hypothermia with weight, height, age, BMI, ESV, lowest temperature recorded, bleeding volume and percentage of blood loss

**Keywords:** hypothermia, hemorrhage, surgery, bleeding percentage

### III. MARCO TEORICO

---

#### **Generalidades**

Los seres humanos necesitan mantener la temperatura corporal dentro de un estrecho margen, para evitar alteraciones de las funciones metabólicas que ponen en riesgo la homeostasis corporal. El sistema termorregulador humano mantiene una temperatura corporal cercana a los 37°C (36,1°C y los 37,2°C) y está constituido por tres componentes:

1. VÍAS AFERENTES TERMOCEPTIVAS: que recogen la información térmica y la dirigen hasta los centros de integración.

2. CENTROS DE INTEGRACIÓN: encargados de integrar la información térmica aferente, elaborar un juicio y emitir o no respuestas que modifiquen la temperatura corporal.

3. VÍAS EFERENTES TERMOEFECTORAS: que permiten elevar o reducir temperatura corporal según el dictado de los centros reguladores.

El sistema termorregulador integra los diferentes sistemas como son: el sistema nervioso, inmunitario, cardiovascular, musculoesquelético, adiposo, el endocrino y la piel y sus anexos principalmente, para mantener la eutermia[1].

#### **Vías aferentes e integración central**

Tanto los receptores de calor como los de frío se distribuyen ampliamente en el cuerpo. Las señales de los receptores de frío viajan a lo largo de las fibras A delta; las señales de los receptores de calor son transmitidas por fibras C. El aporte térmico, después de integrarse en varios niveles dentro de la médula

espinal y el sistema nervioso central, finalmente llega al hipotálamo, el principal centro de control termorregulador en los mamíferos.

La superficie de la piel, el tejido abdominal y torácico profundo, la médula espinal, el hipotálamo y otras porciones del cerebro cada uno contribuye en aproximadamente el 20 por ciento en el control termorregulador autónomo. Las respuestas conductuales, por el contrario, pueden depender más de la temperatura de la piel. Cada respuesta termorreguladora está caracterizada por un umbral, ganancia e intensidad de respuesta máxima. El umbral es la temperatura central que activa una defensa termorreguladora determinada. La ganancia de una respuesta determina la medida en que la intensidad de la respuesta aumenta la temperatura central desde el umbral de activación. La intensidad máxima es la producción de calor más alta de la que es capaz el cuerpo. Las variaciones de aproximadamente  $1^{\circ}\text{C}$  con el ciclo circadiano y de aproximadamente  $0,5^{\circ}\text{C}$  con el ciclo menstrual se superponen a la temperatura central humana normal de  $37^{\circ}\text{C}$ . Los umbrales de respuesta al calor como la sudoración y vasodilatación activa, normalmente superan el umbral de la primera defensa contra el frío que es la vasoconstricción, en sólo  $0,2^{\circ}\text{C}$ [1,2]. Las temperaturas centrales entre los umbrales inicial de respuesta al calor y respuesta al frío se encuentran, por definición, en el rango entre umbrales. Las temperaturas dentro de este rango no activan defensas termorreguladoras automáticas, sin embargo, las temperaturas más altas o más bajas desencadenan respuestas termorreguladoras efectivas[3,4]. Por tanto, el sistema termorregulador

normalmente mantiene la temperatura central dentro de aproximadamente 0,2 ° C de un valor objetivo asumido. [1,5]

### **Respuestas Eferentes**

El comportamiento es la respuesta termorreguladora más eficaz y son los que permiten a los seres humanos vivir y trabajar en entornos extremos. Los cambios de comportamiento son provocados por la incomodidad térmica e incluyen respuestas como vestirse abrigado o ajustar la temperatura ambiente. Las principales defensas autonómicas contra el calor son sudoración y vasodilatación cutánea activa. La sudoración, un ultrafiltrado de plasma que depende del estado de hidratación, y cuya tasa máxima en la mayoría de los adultos supera los 0,5 litros por hora, está mediada por nervios colinérgicos posganglionares que terminan en glándulas distribuidas de manera amplia y desigual. Cada gramo de sudor evaporado absorbe 584 calorías y, en consecuencia, puede disipar fácilmente muchas veces el calor de la tasa metabólica basal en un ambiente seco. La eficacia de la sudoración se ve aumentada por la vasodilatación termorreguladora precapilar, la cual es una respuesta exclusivamente humana que está mediada por un factor liberado por las glándulas sudoríparas. Incrementa enormemente el flujo sanguíneo cutáneo para facilitar la transferencia de calor desde el centro a la piel para su eventual disipación al medio ambiente [3,4]. La vasoconstricción termorreguladora ocurre en derivaciones arteriovenosas localizadas principalmente en dedos de manos y pies. Estas derivaciones están controladas por receptores  $\alpha_1$  adrenérgicos

mediados centralmente, pero la constricción es aumentada sinérgicamente por hipotermia local inducida a través de un receptor  $\alpha_2$  adrenérgico.[1]

El rango de temperatura en el compartimiento periférico oscila entre los 31 y los 35°C, en condiciones ambientales habituales se diferencia solo en 2 a 4 °C de la temperatura central, debido al tono vasoconstrictor permanente que hacen más lentos los intercambios calóricos entre ambos compartimientos. La temperatura corporal se regula por el equilibrio entre la producción y la pérdida de calor. Cuando la producción es mayor que la velocidad a la que se pierde, se acumula el calor dentro del cuerpo y aumenta la temperatura corporal. Al contrario, cuando la pérdida de calor es mayor, desciende la temperatura corporal. La producción de calor es el resultado del metabolismo oxidativo de los nutrientes. El 55% de la energía procedente de los nutrientes se convierte en calor durante el proceso de síntesis del ATP. Casi todo el calor producido en el organismo se genera en los órganos profundos, en particular, en el hígado, el cerebro, el corazón y en los músculos esqueléticos durante el ejercicio, luego se transfiere desde estos hacia la piel, donde se pierde en el aire y otros entornos. La velocidad con la que se pierde el calor depende de la rapidez a la que se conduce desde el centro del cuerpo hasta la piel y la rapidez con la que se transfiere el calor desde la piel al entorno.

La piel y la grasa de los tejidos subcutáneos suponen un aislante térmico como se comentó anteriormente. En especial, la grasa tiene importancia porque

conduce el calor con un tercio de la velocidad de los otros tejidos, suponiendo un aislamiento para preservar mejor la temperatura central.[6]

La termogénesis sin escalofríos es una defensa termorreguladora importante en los bebés, pero contribuye poco a la termorregulación en adultos. La termogénesis sin temblor está mediada por receptores  $\beta$  3 -adrenérgicos en los nervios que terminan en la grasa parda.

La coloración marrón macroscópica de este tejido adiposo especializado es el resultado de su enorme densidad de mitocondrias. La grasa parda está equipada con una proteína desacoplante única que permite la transformación directa del sustrato en calor. El Temblor es una actividad muscular voluntaria que aumenta la tasa metabólica a un nivel dos o tres veces el valor normal. [1]

### **MECANISMOS FISIOLÓGICOS DE PERDIDA DE CALOR**

Los distintos métodos físicos por los que se pierde el calor desde la piel al entorno son la radiación, la conducción, la convección y la evaporación.

—Radiación: es la forma más importante de pérdida de calor. Supone un 60% de la pérdida total. Durante la radiación, un cuerpo que se encuentre próximo a un objeto frío transmite su calor a ese objeto a través de su propia radiación infrarroja, un tipo de onda electromagnética. Todos los objetos que no tienen una temperatura absoluta de cero las irradian. El cuerpo humano lo hace con rayos de calor en todas las direcciones. La cantidad de calor transmitida depende de la

superficie del cuerpo y del gradiente de temperatura entre el cuerpo y el entorno. La radiación es la mayor forma de pérdida de calor en pacientes quirúrgicos.

—Conducción: es una pérdida de energía cinética procedente del movimiento molecular de la piel hacia el aire que la rodea. Durante la conducción, la pérdida de calor se produce mediante la transferencia de calor a objetos con los que el cuerpo está en contacto directo. La cantidad de calor transferida depende de la superficie de contacto, el gradiente de temperatura entre la piel y el objeto y la conductividad del objeto. La conducción es responsable del 3% de las pérdidas totales de calor.

—Convección: es un proceso durante el cual el calor es transferido a un flujo de aire pasante. En este proceso juegan un papel importante la temperatura del entorno, la tasa de flujo del aire y el tamaño de la zona expuesta. Aproximadamente el 25% de las pérdidas totales de calor se deben a este fenómeno.

—Evaporación: por lo general perdemos calor a través de la evaporación de líquidos, como el sudor, el tracto respiratorio (respiración) y las membranas mucosas. Es responsable del 22% de las pérdidas totales de calor. El agua se evapora del cuerpo incluso cuando no estamos sudando, pero la sudoración aumenta esas pérdidas. El sudor es eliminado por las glándulas sudoríparas cuyo control viene determinado por el Sistema nervioso simpático. Siempre que la temperatura de la piel sea mayor que la temperatura ambiental, la radiación y la conducción favorecen la pérdida de calor. Con temperaturas ambientales muy

altas, estos procesos no pueden actuar y la evaporación es la única manera de poder disipar el calor. [2,5]

### **TERMORREGULACIÓN DURANTE LA ANESTESIA GENERAL**

La anestesia general elimina la capacidad del paciente para regular la temperatura corporal a través del comportamiento, de modo que solo las defensas autónomas estén disponibles para responder a los cambios de temperatura.

Los anestésicos inhiben la termorregulación en una manera dosis-dependiente e inhiben la vasoconstricción y los escalofríos aproximadamente tres veces más de lo que restringen la sudoración. Los anestésicos generales elevan los umbrales de respuesta al calor en proporción lineal al aumento de la dosis. Opioides y el Propofol reduce de manera similar los umbrales de vasoconstricción y escalofríos. Anestésicos volátiles, como isoflurano y Desflurano, sin embargo, disminuyen las temperaturas umbral para las respuestas al frío de una manera no lineal. La termogénesis sin escalofríos no ocurre durante la anestesia general ni en adultos ni en bebés. Los anestésicos amplían así el rango entre umbrales (el rango de valores que no activan respuestas termorreguladoras efectivas) a un valor de aproximadamente 20 veces el rango normal de  $0,2^{\circ}\text{C}$ . Como resultado, los pacientes anestesiados son poiquilotérmicos, con temperaturas corporales determinadas por el ambiente, en un rango de aproximadamente  $4^{\circ}\text{C}$  de temperaturas centrales [5,7]. La ganancia y la intensidad máxima de respuesta al sudor la vasodilatación activa y la ingestión están bien conservadas en pacientes que reciben anestésicos volátiles. Desflurano, sin embargo, reduce la ganancia de



vasoconstricción de la derivación arteriovenosa a aproximadamente un tercio del valor normal, sin alterar la intensidad máxima [2,3,4,5].

Los anestésicos producen una inhibición termorreguladora similar, es probable que los efectos termorreguladores de los anestésicos generales sean principalmente centrales.

La hipotermia inadvertida durante la anestesia es por mucho, la perturbación térmica perioperatoria más común. es el resultado de una combinación de termorregulación deficiente y exposición al ambiente frío del quirófano. En condiciones normales, el calor corporal generalmente no está distribuido equitativamente. La vasoconstricción termorreguladora tónica mantiene un gradiente de temperatura entre el centro y la periferia de 2 ° C a 4 ° C.

La anestesia general reduce el umbral de vasoconstricción a un nivel por debajo de la temperatura corporal actual y, por lo tanto, abre las derivaciones arteriovenosas. La redistribución resultante del calor corporal del núcleo a la periferia disminuye la temperatura del núcleo de 1 ° C a 1,5 ° C durante la primera hora de anestesia general (fase I). Esta vasodilatación cutánea favorece la redistribución y con ello las pérdidas calóricas aproximadamente un 7%, mientras que la producción de calor y el consumo de oxígeno desciende. Esta redistribución es responsable del 80% de bajada de la temperatura y su descenso es mayor cuanto mayor sea el gradiente de temperatura entre los dos compartimentos. La pérdida de calor del cuerpo al medio ambiente contribuye poco a esta disminución inicial.

Después de la primera hora de anestesia general, la temperatura central generalmente disminuye a un ritmo más lento consecuencia de un balance calórico negativo (fase II). Esta disminución es casi lineal y ocurre simplemente porque la pérdida de calor del cuerpo excede la producción metabólica de calor. Aproximadamente el 90 por ciento de todo el calor se pierde a través de la superficie de la piel y la radiación y la convección suelen contribuir mucho más al proceso que la evaporación o la conducción.

Después de tres a cinco horas de anestesia, la temperatura central a menudo deja de bajar (fase III). Esta meseta térmica puede reflejar simplemente un estado estable en el que la pérdida de calor es igual a la producción de calor. Este tipo de estado estable térmico es especialmente probable en pacientes que están bien aislados o calentados eficazmente. Sin embargo, si un paciente está suficientemente hipotérmico, la interrupción del descenso de la temperatura resulta de la activación de la vasoconstricción termorreguladora, el cual disminuye la pérdida de calor cutáneo y actúa para retener el calor metabólico en el compartimiento central [8].

La vasoconstricción intraoperatoria restablece a la normalidad el gradiente de temperatura central a la periférica al evitar la pérdida de calor metabólico generado centralmente al tejido periférico. Desde un punto de vista clínico, este segundo tipo de meseta de temperatura central, que se logra a través de la vasoconstricción, es potencialmente peligroso porque la temperatura corporal media y el contenido de calor total del cuerpo continúa disminuyendo, aunque la temperatura central permanece constante. Debido a que la vasoconstricción por

sí sola es eficaz para mantener la temperatura, la temperatura central intraoperatoria rara vez disminuye 1 ° C adicional necesario para desencadenar escalofríos [2].

## **MONITORIZACION DE LA TEMPERATURA**

Históricamente, la temperatura se monitorizó durante la anestesia general para identificar la hipertermia maligna. Como la anestesia regional no se relacionaba con ella, se ignoraba su medición en estos procedimientos. Hoy día se sabe que la hipotermia puede ser tan marcada y tan grave durante la anestesia regional como general pero no es detectada porque la temperatura no se monitoriza de manera rutinaria. La anestesia del neuroeje altera el control autonómico de la termorregulación en proporción a la extensión del bloqueo. Esta técnica anestésica altera además la termorregulación conductual, de manera que los pacientes no se quejan de frío porque no perciben la hipotermia Como la vasoconstricción cutánea compensadora ocurre por encima del nivel de bloqueo y la vasoconstricción termorreguladora provoca un descenso de la temperatura, es posible que la medición de la temperatura por encima del nivel del bloqueo sea la mejor localización durante la anestesia regional.

La temperatura del compartimento central puede ser evaluada en la arteria pulmonar, esófago distal, membrana timpánica y nasofaringe. Incluso durante cambios bruscos en la temperatura (como en el bypass cardiopulmonar) la medición en estas localizaciones es fiable. A partir de la temperatura registrada en otras localizaciones (boca, axila, recto y vejiga urinaria) puede estimarse la central

con una exactitud razonable, excepto en situaciones con alteraciones térmicas extremas.

—Arteria pulmonar: es considerada el “Gold standard” de la monitorización de la temperatura porque su medición se acerca a la temperatura de la vena yugular interna y, por tanto, al compartimento central.

—Esófago: refleja con precisión la temperatura central en la mayoría de las ocasiones. La lectura puede verse afectada durante la anestesia general por el uso de gases humedecidos si el sensor no está lo suficientemente introducido en el esófago. La posición correcta es aproximadamente a 45 cm de la nariz en los adultos. Más proximalmente puede resultar en temperaturas falsamente bajas por la proximidad de la tráquea y el impacto de los gases fríos y secos. La medición esofágica es usada frecuentemente por su fácil colocación, mínimo riesgo y fiabilidad [9].

—Membrana timpánica: como está cerca de la carótida y del hipotálamo, la medición de la temperatura a su través es fiable y, a menudo, usada como referencia. La medición requiere que el transductor esté en contacto con la membrana, lo que frecuentemente implica visualización directa con un otoscopio, y el canal auricular ocluido. Un contacto escaso con el tímpano o la existencia de cerumen harían que las lecturas fuesen inexactas.

—Nasofaringe: para su monitorización, la sonda se coloca sobre el paladar, quedando relativamente cerca del cerebro y, por tanto, de la temperatura central.

—Vejiga: se puede monitorizar la temperatura a través de una sonda de Foley. Aunque la monitorización en la vejiga es una aproximación estrecha de la

temperatura central, su eficacia decrece cuando la diuresis es escasa y durante procedimientos abdominales bajos.

—Recto: la medición en esta localización se aproxima razonablemente a la temperatura central, pero puede verse afectada por la existencia de deposición y bacterias que generan calor. En estos casos, la monitorización rectal tiende a exceder la temperatura corporal. No debe ser usada cuando hay alteraciones importantes de la temperatura como ocurre en el recalentamiento tras el bypass cardiopulmonar porque la medición puede estar alejada de la real. Además, no es un sitio fiable para la monitorización en casos de hipertermia maligna y golpe de calor.

—Piel: se ha observado que durante la anestesia general la temperatura medida en la frente es 1-2 pc inferior a la central y puede ser utilizada para estimar esta última. Por este motivo algunos termómetros cutáneos adhesivos de cristal líquido suman automáticamente 2 °C a la temperatura medida y la que muestran es, por tanto, la temperatura central. Un caso de monitorización de la piel de la frente son los termómetros de la arteria temporal. La teoría consiste en que la temperatura de la sangre de la arteria se acerca mucho a la central. A pesar de que esta teoría es atractiva, los dispositivos disponibles son demasiado inexactos para su uso clínico. **[6]**

—Axila: es un buen reflejo de la temperatura central y una alternativa razonable. El sensor debe colocarse sobre la arteria axilar y los brazos a 0° en aducción. Cuando el brazo se separa 90° en abducción, la temperatura axilar infravalora la central. **[2,9]**

## 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. Los objetivos principales de la monitorización de la temperatura son:

1. 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 del *end tidal* de CO<sub>2</sub> 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.
2. Diagnosticar estados de hipotermia.
3. Detectar sobrecalentamiento si se usan medidas para calefaccionar al paciente.
4. Detectar la presencia de fiebre (sea por infección, sangrado del cuarto ventrículo o reacción transfusional).[2]

## CONSECUENCIAS DE LA HIPOTERMIA

Las consecuencias de la disminución de la temperatura de solo 1 ° C a 3 ° C por debajo de lo normal proporcionan una protección sustancial contra la isquemia cerebral y la hipoxemia en numerosas especies animales. En consecuencia, la mayoría de los anestesiólogos creen que la hipotermia leve está indicada durante las operaciones que pueden causar isquemia cerebral, como la endarterectomía carotídea y la neurocirugía. La hipotermia leve también retarda el desencadenamiento de la hipertermia maligna (una respuesta hipermetabólica rara y potencialmente mortal a la succinilcolina y los anestésicos volátiles) y puede reducir la gravedad del síndrome.

Temperaturas centrales cercanas a 34 ° C también parecen facilitar la recuperación y reducir la mortalidad del síndrome de dificultad respiratoria séptica del adulto. Incluso la hipotermia leve reduce la resistencia a la infección de la herida quirúrgica al afectar directamente la función inmunológica (especialmente la muerte oxidativa por los neutrófilos) y disminuir el flujo sanguíneo cutáneo, lo que reduce el suministro de oxígeno a los tejidos. La hipotermia perioperatoria también se asocia con pérdida de proteínas y disminución de la síntesis de colágeno [10].

Juntos, estos factores triplican la incidencia de infección de la herida quirúrgica y aumentan la duración de la hospitalización en aproximadamente un 20 por ciento en pacientes que presentan hipotermia durante la resección electiva del colon. La hipotermia leve también reduce la función plaquetaria y disminuye la activación de la cascada de coagulación [11].

La hipotermia central de solo 1,5 ° C triplica la incidencia de taquicardia ventricular y eventos cardíacos mórbidos. Curiosamente, los eventos cardíacos involucrados parecen no estar relacionados con los escalofríos después de la anestesia, lo que sugiere que otros factores además del aumento de la tasa metabólica son más importantes. La hipotermia leve disminuye el metabolismo de la mayoría de los fármacos, incluido el Propofol y los relajantes musculares vecuronio y atracurio. Consistente con esta disminución del metabolismo se observa que la hipotermia leve prolonga significativamente el período de recuperación postoperatoria (incluso si la temperatura no es un criterio de alta).

Los escalofríos ocurren en aproximadamente el 40 por ciento de los pacientes sin calentar que se están recuperando de la anestesia general y se asocia con una activación adrenérgica sustancial y malestar. Algunos pacientes informan que la incomodidad de los escalofríos posoperatorios y la sensación de frío es incluso peor que el dolor quirúrgico. A pesar de los efectos adversos bien documentados de la hipotermia leve, no hay evidencia de ningún beneficio asociado con el mantenimiento perioperatorio de las temperaturas centrales supra normales (es decir, 38 ° C o 39 ° C) [2,3,10].

### **Consecuencias cardiovasculares**

Existen evidencias que conectan la hipotermia con la isquemia miocárdica y las arritmias ventriculares sin embargo el mecanismo por el que se pueden desencadenar eventos miocárdicos no está claro. La hipertensión arterial inducida por el frío en pacientes ancianos está asociada con un aumento de los niveles plasmáticos de noradrenalina, lo que puede favorecer la aparición de arritmias



ventriculares. La hipotermia ocasiona hipertensión arterial en pacientes ancianos y en aquellos con factores de riesgo cardiovascular. Incluso la hipotermia leve puede activar el sistema nervioso simpático provocando una elevación de la tensión arterial, de la frecuencia cardiaca y de la concentración plasmática de los niveles de noradrenalina, mientras que el calentamiento activo disminuye la incidencia de isquemia miocárdica [13,19 ].

La hipotermia provoca una reducción del gasto cardiaco: a 30 °C se reduce un 30%. En el electrocardiograma se pueden apreciar los siguientes cambios: bradicardia, prolongación de los intervalos PR y QT, ampliación del complejo QRS. La fibrilación ventricular y asistolia aparecen con temperaturas inferiores a 20 °C. Los pacientes con hipotermia intraoperatoria tienen mayor concentración plasmática de catecolaminas, vasoconstricción periférica más marcada y una tensión arterial más alta en el posoperatorio temprano. Los pacientes con hipotermia intraoperatoria tienen tres veces mayor riesgo de isquemia miocárdica y doce veces mayor riesgo de angina de pecho en el posoperatorio [5].

### **Consecuencias hematológicas**

La hipotermia es causa conocida de alteraciones de la coagulación a través de tres mecanismos: a) inhibición reversible de la función plaquetaria, relacionada con la reducción de la síntesis de tromboxano A2 (TXA2), b) depresión de las reacciones enzimáticas de la cascada de la coagulación, y c) mantenimiento normal de la fibrinólisis durante la hipotermia moderada. El número de plaquetas no se ve alterado por la hipotermia, pero sí su funcionalidad al producirse una

disminución de la síntesis de TXA2 (potente agente agregante plaquetario y vasoconstrictor). La fibrinólisis se mantiene normal durante la hipotermia moderada, pero aumenta durante la hipertermia, sugiriendo que la coagulopatía durante la hipotermia no se debe a un exceso en la lisis del coágulo, sino que afecta más a su formación que facilitando su destrucción. Durante la hipotermia, las pruebas de coagulación (tiempo de protrombina, tiempo parcial de tromboplastina activada) se mantienen normales. La revisión de Rajagopalan muestran que la hipotermia intraoperatoria aumenta el sangrado quirúrgico y el riesgo de transfusiones 16% y 22% respectivamente [10,11,12,13].

### **Infección de la herida quirúrgica**

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 herida.

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, Sessler 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 [2,12].

## **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.

La hipotermia altera también la farmacodinamia de los *anestésicos inhalatorios*, de modo que se encontró una reducción de la 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. [5]

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.

### **Consecuencia sobre la cicatrización de heridas y úlceras por presión**

La cicatrización de la herida quirúrgica depende de la producción local de colágeno. Para su síntesis y la epitelización se precisa una alta tensión de oxígeno en los tejidos que se ve mermada por la vasoconstricción provocada por la hipotermia. In vitro, el calentamiento aumenta la proliferación de células

endoteliales y fibroblastos. Un 25% de las úlceras hospitalarias ocurren en el paciente quirúrgico. Existe una relación lineal entre la clasificación ASA y el riesgo de aparición de úlceras. Su incidencia es mayor tras una anestesia general en la que se ha producido hipotermia. Cuando se utilizan sistemas para el calentamiento activo de los pacientes se observa una reducción del 4,8% del riesgo absoluto de desarrollar úlceras por presión. **[1,2,3]**

### **Consecuencias sobre el sistema inmunológico**

La hipotermia tiene un efecto inmunosupresor. In vitro, la incubación de leucocitos a baja temperatura suprime la migración leucocitaria y la respuesta mitogénica. La expresión de moléculas de adhesión de neutrófilos CD11b, CD11c y CD18 está retrasada y su capacidad fagocítica se encuentra mermada. La fagocitosis de estos aumenta ligeramente cuando la temperatura pasa de 32 a 37 °C, pero lo hace notablemente cuando se alcanzan 40 °C. La hipotermia suprime la producción de IL-1 e IL-2. La generación de IL-6 y TNF- $\alpha$  (que son citoquinas proinflamatorias) se ve suprimida por la hipotermia. La producción de IL-8 también se ve alterada. La hipotermia aumenta la generación de IL-8, que es una citoquina con propiedades antiinflamatorias e inmunosupresoras. La producción de anticuerpos mediada por células T se ve deteriorada en presencia de hipotermia. La activación del complemento y los niveles de proteína C reactiva se alteran igualmente en presencia de hipotermia **[2,10]**.

## **MANEJO INTRAOPERATORIO DE LA HIPOTERMIA**

—Actuación sobre la temperatura ambiente: la temperatura del quirófano es el factor más importante que influye en la pérdida de calor por radiación y convección desde la piel y por evaporación desde el campo quirúrgico. La temperatura del quirófano debería estar a 24 °C durante la inducción y hasta que el paciente esté preparado y cubierto

—Aislamiento pasivo: el método más sencillo para reducir la pérdida cutánea de calor es aplicar un aislamiento pasivo de su superficie. Los aislantes fácilmente disponibles en cualquier quirófano son los paños quirúrgicos y las mantas de algodón.

—Sistemas de aire forzado: El calentamiento de los pacientes mediante aire forzado es un método muy aceptado para prevenir la hipotermia por su eficacia altamente documentada, bajo costo y facilidad de manejo. Están constituidos por un calefactor eléctrico, un insuflador y una manta. Éstas suelen ser una combinación de papel y plástico y la mayoría son desechables, por lo que no deben reutilizarse ante el riesgo potencial de contaminación cutánea asociada a esta práctica. Los sistemas de calentamiento con aire forzado son los más frecuentemente usados para el calentamiento activo. De hecho, son los más efectivos para la prevención de la hipotermia.

—Mantas o colchones de agua caliente: se han usado en la práctica clínica durante años. Su eficacia es pobre y está limitada por su colocación debajo del paciente: la espalda es una porción relativamente pequeña de la superficie corporal total.

—Lámparas de infrarrojos: su principal ventaja es que no se necesita contacto entre el calentador y el paciente porque el calor es transferido por fotones y no necesita aire que lo vehicule. Deben mantenerse como mínimo a 70 cm del paciente para evitar quemaduras, controlando la temperatura cutánea para evitar el sobrecalentamiento

—Mantas eléctricas (calentamiento por resistencia): están compuestas por fibra de carbono y un calefactor eléctrico que puede funcionar con una pila (por ejemplo: en una ambulancia). Este sistema parece tan eficaz como los de aire forzado, pero mucho menos caro porque las mantas no son desechables. Son útiles para el tratamiento de la hipotermia en el paciente politraumatizado porque son dispositivos de alta eficiencia, aumenta el confort térmico, la temperatura corporal, reduce el dolor y la ansiedad y mejora su nivel de satisfacción.

—Los calentadores de fluidos minimizan la pérdida de calor en estas situaciones y disminuyen considerablemente la mortalidad vinculada a transfusiones sanguíneas masivas. Otras medidas comprenden calentamiento y humidificación de los gases anestésicos, calentamiento de gases insuflados para cirugía laparoscópica, calentamiento de líquidos de irrigación de cavidades corporales (resección transuretral de próstata) entre otras.[2]

En resumen, la hipotermia inadvertida transoperatoria es una entidad común en los pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos [1], su aparición no tiene una causa única sino por el contrario, es multifactorial y desencadena una serie de efectos fisiológicos y patológicos que pueden ser leves, moderados o severos y pueden representar una gran morbilidad peri operatoria para los

pacientes. Solo como consecuencia de la anestesia los pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos bajo anestesia general pueden disminuir hasta 2 grados centígrados durante la primera hora de cirugía y esta puede seguir en descenso en relación directamente proporcional con el tiempo quirúrgico **[1,2,10]**. Las alteraciones se encuentran mayor riesgo de infección del sitio operatorio, alteración plaquetaria y de los factores de coagulación con incremento de las pérdidas hemáticas perioperatorias y la necesidad de transfusión alogénica, mayor riesgo de dehiscencia de heridas, mayor incidencia de taquicardia y eventos cardíacos mórbidos entre otros **[11,12,17-20]**, lo que hace imperativo la monitorización adecuada de la temperatura con el fin de mantener la normotermia y de esta manera minimizar riesgos potencialmente letales para el paciente **[21]**.

Desde hace más de tres décadas se ha visto una necesidad creciente de realizar una adecuada monitorización continua de la temperatura durante el acto anestésico quirúrgico y han sido descritas muchas complicaciones postoperatorias asociadas con la pérdida de calor y alteraciones de la temperatura corporal en cirugía. Pese a que los mecanismos fisiopatológicos que se desencadenan como consecuencia de la hipotermia se han estudiado a profundidad y han sido ampliamente descritos en los años subsecuentes, no existe una evidencia contundente y generalizada que demuestren en la realidad la ocurrencia de dichos mecanismos.

Por otra parte, el volumen sanguíneo estimado promedio del adulto representa el 7% del peso corporal (o 70ml/kg de peso), lo que para un adulto de 70kg significa 5L. La estimación del volumen sangrado suele ser difícil y requiere integrar diferentes parámetros.

**Figura 1 Clasificación del choque hipovolémico según la ATLS**

CRITERIO	CLASE I	CLASE II	CLASE III	CLASE IV
Pérdida de sangre en%	<15	15-30	30-40	>40
La frecuencia del pulso	<100	100-120	120-140	>140
Presión arterial	Normal	Normal	Disminuido	Muy disminuido
La presión del pulso	Normal o aumentado	Disminuido	Disminuido	Disminuido
La frecuencia respiratoria	14-20	20-30	30-40	>35
Estado mental	Un poco ansioso	Levemente ansioso	Ansioso confundido	Confundido letárgico
Producción de orina (ml / h)	>30	20-30	5 - 15	MINIMO

Tomado de : Mutschler, M. et al. The ATLS® classification of hypovolaemic shock: A well established teaching tool on the edge? Injury, Volume 45, S35 - S38

Los signos clásicos de *shock* hemorrágico se hacen evidentes después de una pérdida sanguínea total de un 15 a un 20%, comenzando con una disminución del GC seguido por la disminución de la presión arterial media (PAM). El uso de sangre se hace necesario cuando el sangrado excede el 30% de la volemia (hemorragia clase III). El diagnóstico de *shock* hemorrágico es clínico y suele ser evidente. La presencia de hipotensión arterial asociada a signos de hipoperfusión periférica y visceral certifican la sospecha[24]. Una PAM inferior a 50mmHg se asocia a una caída del flujo sanguíneo a los distintos órganos. Los sistemas compensatorios logran mantener la presión arterial sistémica con pérdidas de hasta un 30 a 35%. Si la hemorragia supera esta magnitud, la compensación neuroendocrina es sobrepasada y la resucitación no logra la estabilización



cardiovascular, se desencadena la fase no controlada o progresiva del *shock* hemorrágico. La disminución de la PAM disminuye la presión de perfusión coronaria y finalmente se produce isquemia miocárdica y paro cardíaco. De no mediar una intervención terapéutica, la probabilidad de sobrevida es baja con pérdidas hemáticas superiores a un 35-45% de la volemia.

La *Advanced Trauma Life Support* (ATLS) ha desarrollado una clasificación para el abordaje y manejo de choque hipovolémico la cual considera en el grado 1 (leve) una pérdida hemática de hasta 750 ml o el 15% del volumen sanguíneo circulante, para el grado 2 (moderado) una pérdida de 750 a 1500 ml o del 15% al 30% del volumen sanguíneo circulante, y de 1500 a 2000 y mayor a 2000 o del 30% al 40% y más del 40% para los grados 3 (severa) y grado 4 (muy severa) respectivamente (Figura 1) [24,25].

### **Antecedentes Científicos**

La hipotermia inadvertida transoperatoria definida por Sessler como una temperatura central menor de 36° C es una complicación frecuentemente prevenible y se asocia con muchas consecuencias adversas [1].

Los efectos asociados a la hipotermia fueron descritos por Slotman y Cols desde 1985 en un estudio que incluyó 100 pacientes sometidos a diferentes intervenciones quirúrgicas en un hospital de Rhode Island que demostró un aumento de la mortalidad proporcional al tiempo quirúrgico, sustancialmente mayor en pacientes hipotérmicos comparado con los pacientes eutérmicos [10].

En un estudio transversal nacional en China con seguimiento postoperatorio de 30 días de un total de 3132 pacientes, Yi y cols. demostraron que en comparación con los pacientes normo térmicos, los pacientes con hipotermia se asocian con más ingresos posoperatorios en la UCI, más días en la unidad de cuidados posanestésicos y más días posoperatorios en el hospital, pero sin diferencias en las tasas de infección del sitio quirúrgico (ISQ) o la mortalidad a los 30 días [11].

En relación con la pérdida hemática y el requerimiento transfusional los resultados de estudios han mostrado una variación importante. Rajagopalan en 2008 encontró un incremento de la pérdida sanguínea transoperatoria 16% mayor en los pacientes hipotérmicos en comparación con los normotérmicos, con un incremento en los requerimientos de hemo componentes del 22 % en una revisión sistemática de 18 estudios randomizados controlados [12]. Por otra parte, Kander y Schött en 2019 publicaron una revisión narrativa en la cual no logro establecerse una asociación entre hipotermia y disminución de la hemostasia o aumento del riesgo de sangrado [13].

En su estudio publicado en 2020, Qing Jiang y cols, reclutaron 616 pacientes sometidos a artroplastia primaria de cadera (ATC) y rodilla (ATR), la temperatura intraoperatoria se relacionó negativamente con la cantidad de sangre

perdida, y la hipotermia fue el factor de riesgo independiente para la transfusión en la ATC **[14]**.

Tedesco y cols publicó en 2014 una revisión retrospectiva de 174 pacientes que se sometieron a cirugía abierta de columna lumbar y encontraron la hipotermia no se relacionó directamente con la pérdida hemática sin embargo en sus hallazgos, el tipo de cirugía y el tiempo operatorio fueron los predictores más robustos del aumento de la pérdida de sangre y se asociaron significativamente con la temperatura **[15]**.

En una revisión retrospectiva de 507 pacientes consecutivos de cirugía aórtica torácica que se sometieron a cirugía con paro circulatorio hipotérmico profundo con fines neuro protectores, Mazzeffi y cols., encontraron una asociación significativa entre la duración de la hipotermia profunda y la transfusión de glóbulos rojos, la cual dependió del tiempo total de circulación extra corpórea (CEC), siendo una línea de pendiente ascendente o una relación positiva entre la duración de la hipotermia profunda y el sangrado cuando los tiempos de CEC eran cortos, menores de 120 minutos**[16]**.

Una revisión narrativa la cual se basó en una búsqueda bibliográfica de bases de datos relevantes hasta el 31 de julio de 2019 sobre publicaciones para reducir la pérdida de sangre en el paciente quirúrgico, concluye que dentro de las estrategias fundamentales para evitar el sangrado quirúrgico están el

posicionamiento correcto del paciente, evitar la hipotermia permisiva y el uso de la anestesia regional sobre la anestesia general **[21]**.

Ingram y Harper en un modelo publicado en 2018 demostraron el impacto económico que tiene el calentamiento perioperatorio del paciente en términos de requerimientos de hemo componentes y estancia hospitalaria en la búsqueda de estrategias que son sencillas y fáciles de implementar y que resultan costo efectivas y permiten ahorro de dinero a las instituciones de salud **[22]**.

#### **IV.- JUSTIFICACIÓN.**

---

Las complicaciones derivadas de la hipotermia transoperatoria han sido descritas desde hace más de tres décadas y pese a que los mecanismos fisiopatológicos han sido ampliamente reconocidos y estudiados no existe una evidencia contundente que demuestre la relación que existe entre la hipotermia y la aparición estas complicaciones.

Dentro de las complicaciones asociadas a la presencia de hipotermia se encuentra mayor riesgo de sangrado transoperatorio la cual obedece a alteraciones en la actividad plaquetaria y las alteraciones en la activación de la cascada de la coagulación, sin embargo, la evidencia científica es escasa y los resultados han sido poco concluyentes al respecto. La mayoría de los estudios han sido realizados en cirugía de trauma de cadera, pero con resultados estadísticamente poco significativos y sin establecer relación entre estas dos variables. Considerando lo anterior, este estudio busca realizar una estratificación de la severidad del sangrado quirúrgico en relación con el grado de hipotermia transoperatoria inadvertida en pacientes sometidos a cirugía mayor abdominal con la finalidad de aportar evidencia que demuestre la relación del grado de hipotermia con la severidad de sangrado y el aumento del requerimiento transfusional y de resaltar la importancia de mantener la eutermia de los pacientes en cirugía para disminuir la aparición de complicaciones graves que desencadenen una mayor morbilidad postoperatoria y mayores costos para las instituciones de salud.

## **V.- HIPOTESIS.**

---

La severidad de la hipotermia transoperatoria aumenta el volumen de sangrado quirúrgico.

## **VI. OBJETIVOS**

---

### **Objetivo general:**

Clasificar la severidad del sangrado quirúrgico según el advanced trauma life support (ATLS) en relación con el grado de hipotermia transoperatoria inadvertida en pacientes sometidos a cirugía mayor abdominal bajo anestesia general balanceada en el HRAE Ciudad Salud.

### **Objetivos específicos:**

1. Describir las características demográficas de los pacientes con hipotermia transoperatoria.
2. Determinar si la severidad del sangrado transoperatorio está asociada con el nivel de la hipotermia mediante la prueba de Chi cuadrado.
3. Establecer la frecuencia de transfusiones en los pacientes hipotérmicos.

## VII.- MATERIAL Y MÉTODOS.

---

**Diseño del estudio:** Se realizó un estudio observacional descriptivo, prospectivo de corte transversal, la muestra fue tomada en el área de quirófano de HRAE Ciudad Salud de los pacientes que ingresaron a cirugía electiva, y que fueron sometidos a cirugía mayor abdominal bajo anestesia general balanceada.

**Lugar de estudio:** Hospital regional de alta especialidad ciudad salud.

**Población:** Pacientes adultos mayores de 18 años de cualquier género con patología quirúrgica intra abdominal sometidos a cirugía mayor bajo anestesia general balanceada, con riesgo ASA I, II y III

**Muestra:** Pacientes que ingresaron a cirugía electiva, y que fueron sometidos a cirugía mayor abdominal (Que cumplan uno o más de los siguientes criterios: Tiempo quirúrgico mayor de 2 horas, que requiera admisión hospitalaria previa al procedimiento, hospitalización general o en sala de terapia intensiva por un periodo mayor o igual a 24 horas posterior a la cirugía, resección total o parcial de vísceras sólidas o huecas, resección tumoral total o parcial con o sin vaciamiento ganglionar, gran trauma quirúrgico con exposición total de vísceras al ambiente) bajo anestesia general balanceada en el HRAE Ciudad Salud en el período comprendido entre mayo y octubre de 2021.

**Tamaño de la Muestra:** El tamaño de la muestra calculada para una población infinita con un intervalo de confianza de 80% y un margen de error de 5% es de 163 pacientes.



**Duración del estudio:** La toma de los datos se realizó en el periodo comprendido entre mayo de 2021 hasta octubre de 2021 para una duración de 3 meses. La duración total del estudio fue de 6 meses. El cronograma se adjuntó en el apartado de anexos.

**Criterios de inclusión:**

- Adultos mayores de 18 años de ambos sexos.
- Pacientes con patología quirúrgica intraabdominal.
- Cirugía mayor abdominal:
  - o Tiempo quirúrgico mayor de 2 horas,
  - o Que requiera admisión hospitalaria previa al procedimiento
  - o Hospitalización general o en sala de terapia intensiva por un período mayor o igual a 24 horas posterior a la cirugía
  - o Resección total o parcial de vísceras sólidas o huecas
  - o Resección tumoral total o parcial con o sin vaciamiento ganglionar
  - o Gran trauma quirúrgico con exposición total de vísceras al ambiente
- Pacientes sometidos a procedimiento quirúrgico bajo anestesia general balanceada.
- Pacientes que acepten participar firmando el consentimiento informado.
- Pacientes ASA I, II y III

**Criterios de exclusión:**

- Cirugía de emergencia o urgencia.
- Pacientes que no acepten firmar consentimiento informado
- Paciente grave, ASA IV y V.
- Pacientes con alteraciones de la coagulación o recuento de plaquetas anormal previo al procedimiento quirúrgico.
- Pacientes menores de 18 años.

**Criterios de eliminación:**

- Paciente que no desea participar en el estudio.
- Paciente que presenta deterioro clínico durante transoperatorio.

**INSTRUMENTO DE MEDICION.**

La toma de la muestra se realizó a través de un formato creado por los autores el cual contiene las variables principales en estudio y las variables secundarias que pudieron afectar positiva o negativamente en la severidad del sangrado. Dado que este instrumento fue realizado por los autores, previamente fue evaluado por 5 anestesiólogos adscritos del HRAE Ciudad Salud, quienes analizaron, evaluaron y aprobaron las diferentes variables que se anexaron en este instrumento. (Anexo 1)

## VIII. PROCEDIMIENTOS DEL ESTUDIO.

---

Para la realización del estudio se realizó la obtención del consentimiento informado previa explicación al paciente por parte de los investigadores de las características del estudio, así como de los objetivos, riesgos y beneficios del mismo y se hayan aclarado todas las dudas del paciente en relación con el mismo. Estos consentimientos fueron reunidos en un archivo y fueron presentados al comité de ética institucional para su debida revisión y aprobación.

El procedimiento para la obtención de la muestra se realizó el día de la programación quirúrgica correspondiente a cada paciente. Inicialmente se tomaron los datos de los expedientes clínicos tales como edad, género, peso, talla e índice de masa corporal.

Una vez en sala de cirugía el investigador tomó los datos de medición de la temperatura corporal de la monitorización intraoperatoria básica del paciente al inicio, cada hora durante la cirugía y al finalizar la cirugía. La toma de la temperatura la realizó el grupo de anestesiología tratante del paciente y se usaron los termómetros esofágicos disponibles en el hospital con la técnica habitual de inserción a través de la cavidad oral inmediatamente después de la intubación orotraqueal. Igualmente se registró en el instrumento de medición el sangrado total intraoperatorio tomando los datos consignados por el anesthesiólogo tratante responsable de la sala quirúrgica en la hoja quirúrgica.

## **IX. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.**

---

Una vez establecida la muestra se construyó una base de datos, fueron procesados a través del programa Excel y se realizaron medidas de tendencia central (media, moda, mediana y desviación estándar), gráficas de pastel, tendencias de barras, tablas de frecuencia con porcentajes. Se realizó la descripción de las características demográficas de los pacientes que presentaron hipotermia. Se clasificó el grado de hipotermia en 3 categorías así: Leve ( $36.4^{\circ}\text{C}$ - $35.5^{\circ}\text{C}$ ) Moderada ( $35.4^{\circ}\text{C}$ -  $34.5^{\circ}\text{C}$ ) Severa ( $<34.4^{\circ}\text{C}$ ), igualmente se clasificó el sangrado en 4 categorías de acuerdo a los criterios de choque hipovolémico establecidos por el advanced trauma life support así: Leve ( $<15\%$  volumen plasmático) Moderado ( $15$ - $30\%$  del volumen plasmático) Severo ( $30 - 40 \%$  del volumen plasmático) Muy severo ( $> 40 \%$  del volumen plasmático) y se utilizó la prueba de chi cuadrado para determinar la asociación entre las dos variables. Para la estimación del volumen sanguíneo circulante se utilizó la fórmula de Nader de la siguiente manera: para varones ( $0.3669 \times \text{talla en m}^3$ ) + ( $0.03219 \times \text{peso en kg}$ ) +  $0.6041$  y para mujeres ( $0.356 \times \text{talla en m}^3$ ) + ( $0.03308 \times \text{peso en kg}$ ) +  $0.1833$ , de acuerdo a los datos obtenidos en el instrumento de medición, posteriormente se determinó la equivalencia porcentual del sangrado en relación con el volumen sanguíneo circulante estimado y de esta manera realizar la clasificación del sangrado en las cuatro categorías descritas según el porcentaje perdido. Se tomó la base de datos tabulada y de todos los pacientes que cursaron con hipotermia se midió la frecuencia de requerimiento transfusional.

## **X. CONSIDERACIONES ÉTICAS.**

---

**Protección de personas y animales.** Los autores declararon que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni animales

**Confidencialidad de los datos.** Los autores declaran que se han seguido los protocolos de la institución sobre la publicación de datos de pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores declaran que para el presente estudio se obtuvo de manera libre y voluntaria el consentimiento informado sin ningún tipo de coacción y siguiendo todos los protocolos y lineamientos institucionales para el mismo.

**Aspectos éticos de la investigación con seres humanos.** Los autores declaran que el presente estudio se acoge los aspectos éticos de la investigación en humanos de la ley general en salud para fines de investigación en humanos en el artículo 13, en términos de respeto a la dignidad y la protección de sus derechos y bienestar, así como el artículo 100 en la investigación en seres humanos se desarrolló conforme a lo siguiente: deberá adaptarse a los principios científicos y éticos que justifican la investigación médica, especialmente en lo que se refiere a su posible contribución a la solución de problemas de salud y al desarrollo de nuevos campos de la ciencia médica.

Es una Investigación con riesgo mínimo, debido a que es un estudio prospectivo que emplea el riesgo de datos a través de procedimientos comunes en exámenes de diagnósticos y monitorización. (artículo 17, reglamento de la ley general de salud en materia de investigación para la salud en humanos).

## **XI. MANEJO DE DATOS Y MONITOREO.**

---

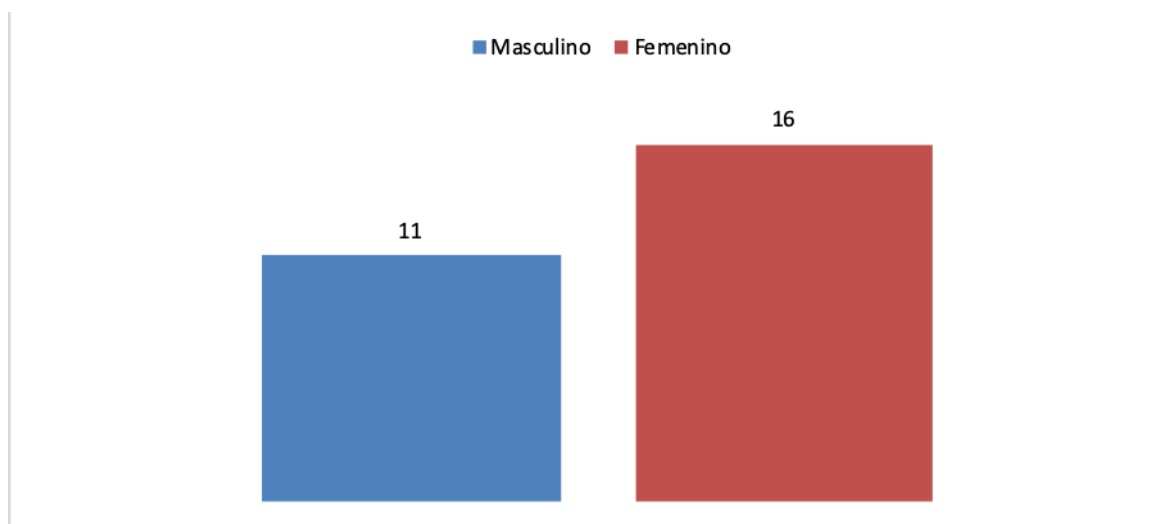
La recolección de los datos se hizo en el quirófano del HRAE Ciudad Salud, se tomaron los datos básicos del expediente clínico y durante el procedimiento quirúrgico se registraron la monitorización de temperatura, sangrado intraoperatorio y requerimiento transfusional. Los datos obtenidos en el instrumento de medición se almacenaron en una carpeta y se identificaron por número de folio del paciente; el tiempo de resguardo de la información será durante 6 meses en un archivero ubicado en oficina de coordinación de anestesia. Los responsables del manejo y resguardo de los datos y de la información serán los autores y coautores de este estudio. Toda la información fue nominada con base en el número de expediente clínico y de ninguna forma se usó nombres ni otro tipo de identificación personal de los pacientes, la información obtenida fue tabulada en un formato único de base de datos de Excel y toda la extracción de los datos será de conocimiento y con previa autorización del comité de ética institucional.

## XII RESULTADOS

---

Participaron 27 pacientes adultos sometidos a cirugía mayor abdominal bajo anestesia general balanceada en el período comprendido entre mayo a octubre de 2021.

GRÁFICO 1. **DISTRIBUCIÓN DE LOS CASOS POR GÉNERO**



Fuente: Departamento de Anestesiología del HRAECS, mayo-octubre 2021.

Se realizó la distribución de los pacientes conforme al género, siendo 11 pacientes (40.7%) del género masculino y 16 pacientes (59.3%) del género femenino. (Gráfico 1)

El peso mínimo de la población de estudio, fue de 50kg, con un peso máximo de 99kg, con un peso promedio de 72kg; en cuanto a la talla, se tuvo una talla mínima de 1.38m, con una talla máxima de 1.75m, con una talla media de

1.56m; la edad mínima fue de 24 años, con una edad máxima de 83 años, con una edad media de 48.88 años; acorde al IMC, se obtuvo un IMC mínimo de 20.4, con un máximo de 46.61, con un IMC promedio de 29.37; en cuanto al VSCT, se obtuvo un mínimo de 3.13, con un máximo de 5.62, con una media de 4.11; la temperatura más baja registrada en los pacientes, fue de 34.8°, con una máxima de 36°, con una temperatura media de 35.3°; el volumen de sangrado mínimo fue de 0.02L, con un sangrado máximo de 1.6L, con un sangrado promedio de 0.425L; en cuanto al porcentaje de pérdida hemática, se obtuvo un porcentaje de pérdida mínimo de 0.48%, con un máximo de 49.63%, con una media de 10.779%. (Tabla 1)

Tabla 1. **Distribución de las variables numéricas**

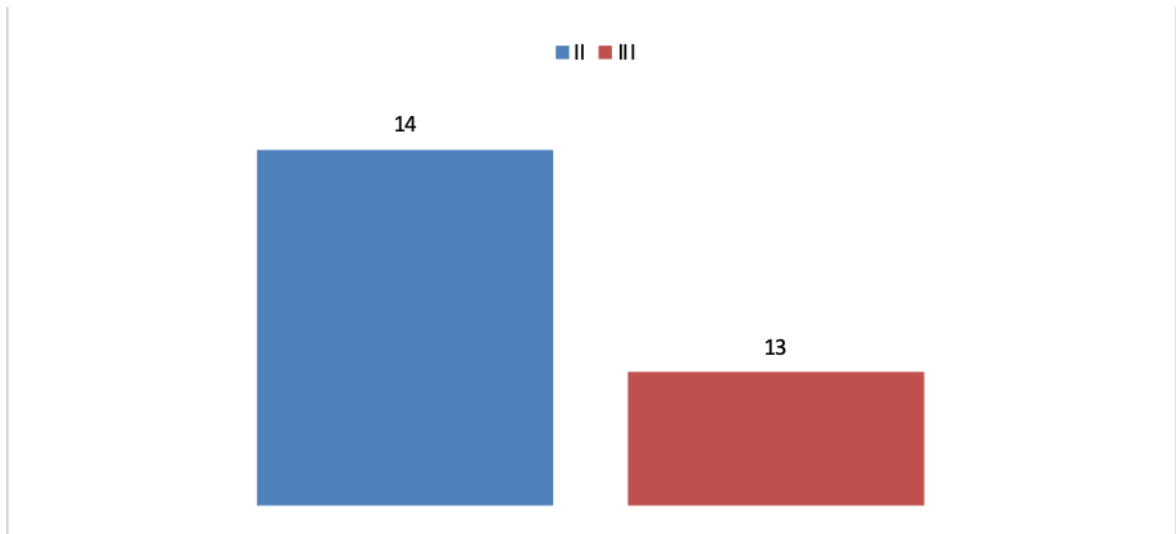
Variable	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Peso (en Kg)	7	50.000	99.000	72.000	14.347
Talla (en Mts)	7	1.380	1.750	1.568	0.077
Edad (en Años)	7	24.000	83.000	48.889	12.837
IMC	7	20.415	46.611	29.375	6.197
VSCT	7	3.138	5.620	4.110	0.589
Tem más baja Registrada	7	34.800	36.000	35.337	0.358
Volumen del Sangrado	7	0.020	1.600	0.425	0.364
% de perdida hemática	7	0.486	49.639	10.779	10.659

Fuente: Departamento de Anestesiología del HRAECS, mayo-octubre 2021.

Se realizó la distribución de los pacientes con base en la clasificación ASA; 14 pacientes (51.9%) con clasificación ASA II, 13 pacientes (48.1%) con clasificación ASA III. (Gráfico 2).



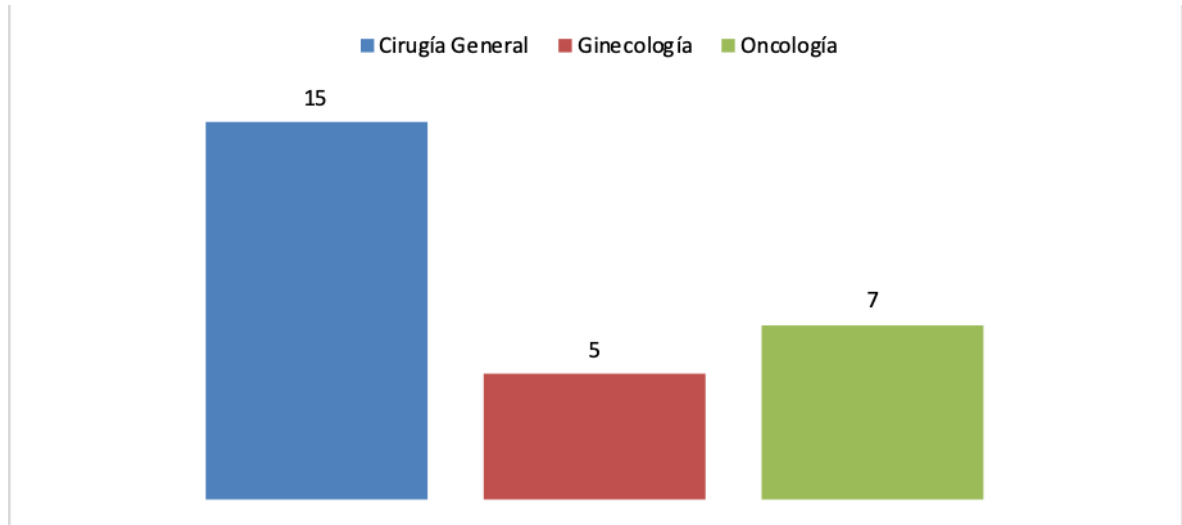
**GRÁFICO 2. DISTRIBUCIÓN DE LOS PACIENTES POR CLASIFICACIÓN ASA**



Fuente: Departamento de Anestesiología del HRAECS, mayo-octubre 2021.

De los 27 pacientes estudiados, 15 pacientes (55.6%) pertenecieron al servicio de cirugía general, 5 pacientes (18.5%) al servicio de ginecología y 7 pacientes (25.9%) al servicio de oncología. (Gráfico 3).

**GRÁFICO 3. DISTRIBUCIÓN POR ESPECIALIDAD TRATRANTE**



Fuente: Departamento de Anestesiología del HRAECS, mayo-octubre 2021.

Acorde al grado de hipotermia, 8 pacientes (29.6%) con grado leve y 19 pacientes (70.4%) con grado moderado. (Tabla 2)

**Tabla 2. Distribución por grado de hipotermia**

Grado	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Leve	8	29.6	29.6	29.6
Moderado	19	70.4	70.4	100.0
Total	27	100.0	100.0	

Fuente: Departamento de Anestesiología del HRAECS, mayo-octubre 2021.

En relación a la severidad del sangrado se encontró que 22 pacientes presentaron sangrado leve, lo que corresponde al 81.5%; 3 pacientes (11.1%) con grado moderado; 1 paciente (3.7%) con grado severo; con sangrado muy severo, 1 paciente (3.7%). (Tabla 3).

**Tabla 3. Distribución por severidad del sangrado**

Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Leve	22	81.5	81.5	81.5
Moderado	3	11.1	11.1	92.6
Severo	1	3.7	3.7	96.3
Muy Severo	1	3.7	3.7	100.0
Total	27	100.0	100.0	

Fuente: Departamento de Anestesiología del HRAECS, mayo-octubre 2021.

En cuanto al requerimiento transfusional, 4 pacientes (14.8%) requirieron transfusión, mientras que 23 pacientes (85.2%) no lo requirieron. (Tabla 4).

**Tabla 4. Distribución de casos según requerimiento transfusional.**

Caso	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
NO	23	85.2	85.2	85.2
SI	4	14.8	14.8	100.0
Total	27	100.0	100.0	

Fuente: Departamento de Anestesiología del HRAECS, mayo-octubre 2021.

Se realizó el test estadístico  $X^2$ , buscando asociación entre el grado de hipotermia con la severidad del sangrado, el requerimiento transfusional, la clasificación ASA y el género; se obtuvo una  $X^2$  de 2.58 en la asociación con severidad de sangrado, con una p de 0.46; en la asociación con requerimiento transfusional, se encontró una  $X^2$  de 1.97, con una p de 0.16; para el requerimiento transfusional, se obtuvo una  $X^2$  de 0.01, con una p de 0.9; para la asociación con el género, se obtuvo una  $X^2$  de 0.04, con una p de 0.82. (Tabla 5)

Tabla 5. **Distribución de las Variables Categóricas en Asociación con el Grado de Hipotermia**

Tipo de Variable	Grado de Hipotermia		X2	p	
	Leve	Moderado			
Severidad del sangrado	Leve	8	14	20.	00.
	Moderado	0	3		
	Severo	0	1		
	Muy Severo	0	1		
Requerimiento transfusional	NO	8	15	10.	00.
	SI	0	4	97	16
ASA	II	4	10	00.	00.
	III	4	9	01	9
Género	Masculino	3	8	00.	00.
	Femenino	5	11	04	82

Fuente: Departamento de Anestesiología del HRAECS, mayo-octubre 2021.

Se buscó la asociación entre la severidad del sangrado, con la variables numéricas de nuestro estudio con la prueba de Fisher; con el peso, se obtuvo una F de 6.434, con una sig de 0.003; para con la talla, se obtuvo una F de 0.695, con una p de 0.564; para la asociación con la edad, se obtuvo una F de 0.258, con una sig de 0.855; con respecto al IMC, se obtuvo una F de 7.193, con una sig de 0.01; para la VSCT, se obtuvo una F de 3.142, con una sig de 0.045; para el volumen de sangrado, se obtuvo una F de 45.26, con una sig de 0; para el porcentaje de pérdida hemática, se obtuvo una F de 71.3, con una P de 0. (Tabla 6)

**Tabla 6. Distribución entre la Severidad del Sangrado en Relación con las Variables Numéricas**

Tipo de Variable		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Peso (en Kg)	Entre grupos	2441.879	3	813.960	6.434	.003
	Dentro de grupos	2909.621	23	126.505		
	Total	5351.500	26			
Talla (en Mts)	Entre grupos	.013	3	.004	.695	.564
	Dentro de grupos	.141	23	.006		
	Total	.154	26			
Edad (en Años)	Entre grupos	139.712	3	46.571	.258	.855
	Dentro de grupos	4144.955	23	180.215		
	Total	4284.667	26			
IMC	Entre grupos	483.293	3	161.098	7.193	.001
	Dentro de grupos	515.126	23	22.397		
	Total	998.419	26			
VSCT	Entre grupos	2.626	3	.875	3.142	.045
	Dentro de grupos	6.408	23	.279		
	Total	9.034	26			
Volumen de sangrado	Entre grupos	2.947	3	.982	45.296	.000
	Dentro de grupos	.499	23	.022		
	Total	3.445	26			
% de pérdida hemática	Entre grupos	2667.156	3	889.052	71.330	.000
	Dentro de grupos	286.669	23	12.464		
	Total	2953.825	26			

Fuente: Departamento de Anestesiología del HRAECS, mayo-octubre 2021.

Se realizó un test estadístico de T de student, para buscar la asociación entre la hipotermia, con las siguientes variables; con la variables de peso, en hipotermia leve, se obtuvo una T de -0.73, con una p de 0.47; para la hipotermia moderada, se obtuvo una t de -0.82, con una p de 0.42; con la variable de talla, para el grado leve, se obtuvo una T de -1.25, con una p de 0.22; para el grado moderado, se obtuvo una T de -1.23, con una p de 0.24; para la relación con la variable de años, se obtuvo una T de 1.01 para el grado leve de hipotermia, con una p de 0.32; para el grado moderado, una T de 1.11, con una p de 0.33; para el IMC, se obtuvo en grado leve de hipotermia una T de -0.22 con una p de 0.83; para el grado moderado de hipotermia, una T de -0.28, con una p de 0.78; para la VSCT, se obtuvo una T de -1.09 en relación con la hipotermia leve, con una p de 0.28; para la hipotermia moderada, una T de -1.14, con una p de 0.27; para la temperatura más baja registrada, se obtuvo una T de 8.29, con una p de 0 en cuanto a la hipotermia leve; para la hipotermia moderada, se obtuvo una T de 8.37, con una p de 0; para el volumen de sangrado, se obtuvo para la hipotermia leve, una T de -1.1, con una p de 0.28; para la hipotermia moderada, se obtuvo una T de -1.55, con una p de 0.13; finalmente, para el porcentaje de pérdida hemática, se obtuvo una T de -0.99 con una p de 0.33, para la hipotermia leve; en cuanto a la hipotermia moderada, se obtuvo una T de -1.45, con una p de 0.16. (Tabla 8)

**Tabla 7. Distribución entre la Severidad del Sangrado en Relación con las Variables Numéricas**

Tipo de Variable	Prueba de Levene		Prueba T de Student					IC95%	
	F	Sig.	T valor	gl	p	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
Peso (en Kg)	1.25	0.27	-0.73	25.00	0.47	-4.44	6.10	-17.01	8.13
			-0.82	17.75	0.42	-4.44	5.40	-15.79	6.91
Talla (en Mts)	0.04	0.84	-1.25	25.00	0.22	-0.04	0.03	-0.11	0.03
			-1.23	12.84	0.24	-0.04	0.03	-0.11	0.03
Edad (en Años)	0.03	0.87	1.01	25.00	0.32	5.49	5.41	-5.65	16.62
			1.11	16.33	0.28	5.49	4.94	-4.98	15.95
IMC	2.18	0.15	-0.22	25.00	0.83	-0.59	2.66	-6.07	4.89
			-0.28	23.17	0.78	-0.59	2.10	-4.94	3.75
VSCT	0.22	0.64	-1.09	25.00	0.28	-0.27	0.25	-0.78	0.24
			-1.14	14.65	0.27	-0.27	0.24	-0.78	0.23
Temp más baja Registrada	0.09	0.76	8.29	25.00	0.00	0.66	0.08	0.49	0.82
			8.37	13.51	0.00	0.66	0.08	0.49	0.83
Volumen de Sangrado	4.97	0.04	-1.10	25.00	0.28	-0.17	0.15	-0.48	0.15
			-1.55	24.60	0.13	-0.17	0.11	-0.39	0.06
% de pérdida hemática	4.16	0.05	-0.99	25.00	0.33	-4.43	4.49	-13.69	4.82
			-1.45	22.44	0.16	-4.43	3.05	-10.76	1.89

Fuente: Departamento de Anestesiología del HRAECS, mayo-octubre 2021.

### XIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

---

La totalidad de los pacientes estudiados presentó algún grado de hipotermia, lo que confirma lo descrito por Sessler en 1997 <<La hipotermia inadvertida transoperatoria es una entidad común en los pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos>> [1]. Pese a que su aparición no tiene una causa única sino por el contrario, es multifactorial y desencadena una serie de efectos fisiológicos y patológicos que pueden ser leves, moderados o severos y pueden representar una gran morbilidad peri operatoria para los pacientes nos dimos a la tarea de clasificarla según grado de severidad y evaluarla como factor causal de pérdida hemática dado que su fisiopatología esta descrita y es universalmente aceptada pero sin evidencia científica que lo demuestre.

Se obtuvo una población de estudio de 27 pacientes, la cual fue muy por debajo de lo planeado de 163 pacientes. Algunos factores externos se identificaron como causales de no alcanzar la muestra entre los que se encuentran una considerable disminución del número de procedimientos quirúrgicos en relación con la situación actual de pandemia por SARS-COV2, lo cual también ha impactado de manera negativa la economía de las instituciones de salud del país y ha disminuido las admisiones hospitalarias por otras causas diferentes a COVID-19.

Los estudios de Rajagopalan (2008) y de Pan (2020) no encontraron una asociación estadísticamente significativa entre el sexo, la edad, la severidad del sangrado u otras comorbilidades con la hipotermia transoperatoria sin embargo si



encontraron asociación con el requerimiento de transfusión autóloga [12,14]. En nuestro estudio se realizó el test estadístico  $X^2$ , buscando asociación entre el grado de hipotermia con la severidad del sangrado, el requerimiento transfusional, la clasificación ASA y el género; se obtuvo una p de 0.46, en la asociación con severidad de sangrado, sin significancia; en la asociación con requerimiento transfusional, se encontró p de 0.16, la cual no es significativa; para la clasificación asa, se obtuvo una p de 0.9, no encontrando asociación estadísticamente significativa; para la asociación con el género, se obtuvo una p de 0.82, no encontrando significancia con ninguna de estas cuatro variables.

Se realizaron los Test estadísticos  $X^2$  para variables cualitativas, y una T de Student para variables cuantitativas, con una  $p \leq 0.05$  para la significancia estadística.

Se buscó la asociación entre la severidad del sangrado, con la variables numéricas de nuestro estudio; con el peso, se obtuvo una sig de 0.003, encontrando que el peso se asocia con el grado de sangrado; con respecto al IMC, se obtuvo una sig de 0.01, teniendo que el IMC se asocia con la severidad del sangrado, esto solo reafirma la asociación con el peso; para la VSCT, se obtuvo una sig de 0.045, siendo significativa esta relación; para el volumen de sangrado, se obtuvo una sig de 0; para el porcentaje de pérdida hemática, se obtuvo una F de 71.3, con una P de 0. Estas dos últimas variables, no fueron tomadas en cuenta, ya que la severidad del sangrado se mide con base en el volumen y el porcentaje perdido.

En relación con la pérdida hemática y el requerimiento transfusional los resultados de estudios han mostrado una variación importante. Rajagopalan en 2008 encontró un incremento de la pérdida sanguínea transoperatoria 16% mayor en los pacientes hipotérmicos en comparación con los normotérmicos, con un incremento en los requerimientos de hemo componentes del 22 % en una revisión sistemática de 18 estudios randomizados controlados [12]. Al igual que Kander y Schött (2019) en nuestro estudio no logramos establecer una asociación entre hipotermia y disminución de la hemostasia o aumento del riesgo de sangrado [13].

A diferencia de Qing Jiang y cols (2020), en su estudio de artroplastia primaria de cadera (ATC) y rodilla (ATR), la temperatura intraoperatoria no se relacionó negativamente con la cantidad de sangre perdida ni tampoco se asoció como factor de riesgo para transfusión [14], mismos resultados observados por Tedesco y cols (2014) [15]. Es posible que otros factores como el tipo de anestesia utilizada y el tipo de cirugía realizada hayan influido en los resultados debido a las intervenciones de cadera y columna suelen tener pérdidas hemáticas importantes.

Para la replicación de los estudios mencionados, realizamos un test estadístico de T de student, para buscar la asociación entre la hipotermia, con las variables peso, talla, edad, IMC, VSCT, temperatura más baja registrada, volumen de sangrado y % de pérdida hemática; en ninguna de las asociaciones, se encontró una  $p < o$  igual a 0.05, por lo que no existe significancia entre los grados de hipotermia con estas variables.

#### **XIV. CONCLUSIONES**

---

Se realizó el estudio con una población de 27 pacientes, a los cuales se les describieron las características demográficas edad, género, peso, talla, IMC, VSCT, clasificación ASA. De todas las variables estudiadas las únicas que se relacionaron de manera significativa con la pérdida hemática fue el peso y el IMC.

En nuestro estudio no se encontró relación alguna entre la hipotermia con el peso, talla, edad, IMC, VSCT, temperatura más baja registrada, volumen de sangrado y porcentaje de pérdida hemática.

La frecuencia de transfusiones en la población estudiada fue de 14% pero no estuvo relacionada con el grado de hipotermia intraoperatoria registrada.

El grupo de severidad de sangrado más grande, fue el de sangrado leve, con el 81.5% de los casos, seguido del grado moderado con el 11.1%. Los grados de sangrado quirúrgico severo y muy severo fueron 3,7% cada uno.

## XV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

---

- [1] Sessler, D. (1997). Mild perioperative hypothermia. *N Engl J Med.*, 336(24), 1730–1737. <https://doi.org/10.1056 / NEJM199706123362407>
- [2] Sanjuán Álvarez M, Abad Fau de Casa Juana E M, de la Flor Robledo M. Termorregulación y manejo perioperatorio. *Cir May Amb* 2011;16:173-190.
- [3] Insler SI, Sessler DI. Termorregulación perioperatoria y monitorización de la temperatura. *Anesthesiology Clin N Am de Norteamérica.* 2006; 24:823-837.2.
- [4] Dimicco JA, Zaretsky DV. The dorsomedial hypothalamus: a new player in thermoregulation. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2007;292: R47-R63.3.
- [5] Horosz B, Malec-Milewska M. Inadvertent intraoperative hypothermia. *Anaesthesiol Intensive Ther.* 2013;45:38-43.4.
- [6] Lumpkin EA, Caterina MJ. Mechanisms of sensory transduction in the skin. *Nature.* 2007; 445:858-865.5.
- [7] Kauer JA, Gibson HE. Hot fl ash: TRPV channels in the brain. *Trends Neurosci.* 2009; 32:215-224.6.
- [8] Sessler DI. Temperature monitoring and perioperative thermoregulation. *Anesthesiology.* 2008; 109:318-338.7.

- [9] Opatz O, Trippel T, Lochner A, Werner A, Stahn A, Steinach M, et al. Temporal and spatial dispersion of human body temperature during deep hypothermia. *Br J Anaesth.* 2013; 111:768-775.
- [10] Slotman, G. J., Jed, E. H., & Burchard, K. W. (1985). Adverse effects of hypothermia in postoperative patients. *The American Journal of Surgery*, 149(4), 495–501. [https://doi.org/10.1016/S0002-9610\(85\)80046-5](https://doi.org/10.1016/S0002-9610(85)80046-5)
- [11] Yi, J., Liang, H., Song, R., Xia, H., & Huang, Y. (2018). Maintaining intraoperative normothermia reduces blood loss in patients undergoing major operations: A pilot randomized controlled clinical trial. *BMC Anesthesiology*, 18(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s12871-018-0582-9>
- [12] Rajagopalan, S., Mascha, E., Na, J., & Sessler, D. I. (2008). The effects of mild perioperative hypothermia on blood loss and transfusion requirement. *Anesthesiology*, 108(1), 71–77. <https://doi.org/10.1097/01.anes.0000296719.73450.52>
- [13] Kander, T., & Schött, U. (2019). Effect of hypothermia on haemostasis and bleeding risk: a narrative review. *Journal of International Medical Research*, 47(8), 3559–3568. <https://doi.org/10.1177/0300060519861469>
- [14] Pan, P., Song, K., Yao, Y., Jiang, T., & Jiang, Q. (2020). The Impact of Intraoperative Hypothermia on Blood Loss and Allogenic Blood Transfusion in Total Knee and Hip Arthroplasty: A Retrospective

Study. *BioMed Research International*, 2020.

<https://doi.org/10.1155/2020/1096743>

- [15] Tedesco, N. S., Korpi, F. P., Pazdernik, V. K., & Cochran, J. M. (2014). Relationship between hypothermia and blood loss in adult patients undergoing open lumbar spine surgery. *Journal of the American Osteopathic Association*, 114(11), 828–838. <https://doi.org/10.7556/jaoa.2014.169>
- [16] Mazzeffi, M., Marotta, M., Lin, H. M., & Fischer, G. (2012). Duration of deep hypothermia during aortic surgery and the risk of perioperative blood transfusion. *Annals of Cardiac Anaesthesia*, 15(4), 266–273. <https://doi.org/10.4103/0971-9784.101855>
- [17] Aline Batista Da Silva y cols. Perioperative hypothermia and incidence of surgical wound infection: a bibliographic study. *Rev Scielo Brazil*, 2014, pag.514 – 516.
- [18] Kurt Ruetzler and Andrea Kurz. Consequences of perioperative hypothermia. *Hand book of clinical neurology*. Ed Elsevier 2018, vol 157: 688 – 695.
- [19] Frank SM, Fleisher LA, Breslow MJ, Higgins MS, Olson KF, Kelly S, et al. Perioperative maintenance of normothermia reduces the incidence of morbid cardiac events. A randomized clinical trial. *JAMA* 1997; 277:1127–34

- [20] Seamon MJ, Wobb J, Gaughan JP, Kulp H, Kamel I, Dempsey DT. The effects of intraoperative hypothermia on surgical site infection: an analysis of 524 trauma laparotomies. *Ann Surg* 2012; 255:789–95.
- [21] Shah, A., Palmer, A. J. R., & Klein, A. A. (2020). Strategies to minimize intraoperative blood loss during major surgery. *British Journal of Surgery*, 107(2), e26–e38. <https://doi.org/10.1002/bjs.11393>
- [22] Ingram, A., & Harper, M. (2018). The health economic benefits of perioperative patient warming for prevention of blood loss and transfusion requirements as a consequence of inadvertent perioperative hypothermia. *Journal of Perioperative Practice*, 28(9), 215–222. <https://doi.org/10.1177/1750458918776558>
- [23] Frisch, N. B., Pepper, A. M., Rooney, E., & Silverton, C. (2017). Intraoperative hypothermia in total hip and knee arthroplasty. *Orthopedics*, 40(1), 56–63. <https://doi.org/10.3928/01477447-20161017-04>
- [24] Mutschler A, Nienaber U, Brockamp T, et al. A critical reappraisal of the ATLS classification of hypovolaemic shock: does it really reflect clinical reality? *Resuscitation* 2013;84:309–313.
- [25] Mutschler, M. et al. The ATLS® classification of hypovolaemic shock: A well established teaching tool on the edge? *Injury*, Volume 45, S35 - S38

## XVI. ANEXOS.

### 1. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

		HOJA DE RECOLECCION DE DATOS							
EXPEDIENTE:		FECHA:		HORA:		AM		PM	
EDAD:		PESO:		VOL CIRCULANTE:					
SEXO: M F		TALLA:		IMC:					
ASA: I II III									
ESPECIALIDAD QUIRURGICA:		ONCOLOGIA							
		CIRUGIA GENERAL							
		UROLOGIA							
		GINECOLOGIA							
		TRANSPLANTE							
				1 2 3 4 5 6 7 8 9					
TEMPERATURA		INICIAL:						FINAL:	
GRADO DE HIPOTERMIA		LEVE (36.0-35.5)							
		MODERADA (35.4 - 34,5)							
		SEVERA (<34.4)							
SANGRADO								TOTAL	
Leve (<15% volumen plasmático)								_____	
Moderado (15-30% del volumen plasmático)								_____	
Severo (30 – 40 % del volumen plasmático)								_____	
Muy Severo >40% del volumen plasmático								_____	
TRANSFUSION SANGUINEA		SI ( )		NO ( )					



## 2. CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN UN PROTOCOLO DE INVESTIGACION EN SALUD.

### CLASIFICACION DE LA SEVERIDAD DEL SANGRADO QUIRURGICO SEGÚN EL ADVANCED TRAUMA LIFE SUPPORT EN PACIENTES CON HIPOTERMIA INADVERTIDA SOMETIDOS A CIRUGÍA MAYOR BAJO ANESTESIA GENERAL

Folio: /\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/

Fecha: /DD / MMM / AAAA .

Estimado participante,

#### **Introducción/Objetivo:**

El presente estudio de investigación titulado: **CLASIFICACION DE LA SEVERIDAD DEL SANGRADO QUIRURGICO SEGÚN EL ADVANCED TRAUMA LIFE SUPPORT EN PACIENTES CON HIPOTERMIA INADVERTIDA SOMETIDOS A CIRUGÍA MAYOR BAJO ANESTESIA GENERAL** que estará bajo la responsabilidad de La Dra. ABRIL VELAZQUEZ BALBUENA tiene como objetivo “**Clasificar la severidad del sangrado intraoperatorio en relación al grado de hipotermia en pacientes sometidos a cirugía mayor bajo anestesia general en el HRAE “Ciudad Salud”**”. Para lograrlo es necesario realizar mediciones de temperatura intraoperatoria, así como la cuantificación del sangrado durante la cirugía.

#### **Procedimientos:**

Si Usted nos da su consentimiento, participará en las siguientes actividades:

Se usará la información necesaria y requerida del expediente clínico para la recolección de los datos tales como: edad, género, peso, talla, índice de masa corporal (IMC), tipo de cirugía y especialidad médica tratante y riesgo anestésico ASA. Posteriormente se registrará la medición de la temperatura corporal al inicio, cada hora durante la cirugía y al final de su procedimiento quirúrgico, así como también se registrará la cuantificación del sangrado total intraoperatorio al termino de cirugía. Los datos recogidos se tabularán a través de un programa informático para realizar la clasificación de la severidad del sangrado y de la hipotermia

**Confidencialidad:** Toda la información que Usted nos proporcione en la entrevista será de carácter estrictamente confidencial, será utilizada únicamente por los investigadores del proyecto y no estará disponible para ningún otro propósito. Usted quedará identificado mediante un número de folio y no mediante su nombre. Los resultados de este estudio serán publicados con fines científicos, pero se presentarán de tal manera que Usted no podrá ser identificado.

#### **Beneficios:**

Establecer qué relación hay entre la hipotermia intraoperatoria y el sangrado quirúrgico permitirá tener un mejor entendimiento de los mecanismos involucrados en el mantenimiento de la temperatura corporal normal así como la realización de nuevos estudios para la creación, evaluación e implementación de

nuevos protocolos de mantenimiento de la temperatura en cirugía con el fin de reducir el riesgo de sangrado y con él, otras complicaciones tales como minimizar el tiempo de recuperación, disminuir el tiempo de hospitalización así como la necesidad de transfusiones entre otras.

**Riesgos Potenciales/Compensación:**

El presente estudio no representa riesgo para el paciente, dado que los datos se tomarán en primer lugar del expediente clínico y en segundo lugar del registro de la monitorización del paciente durante la cirugía. Este estudio de investigación es observacional descriptivo por lo tanto no realizara intervenciones adicionales en el paciente salvo el registro de las mediciones descritas en el apartado de procedimientos en el primer párrafo de este formato. Los riesgos y complicaciones que se presenten durante la cirugía serán abordadas de manera habitual por el personal médico y asistencial tratantes.

**Participación Voluntaria/Retiro:** La participación en este estudio es absolutamente voluntaria. Usted está en plena libertad de negarse a participar o de retirar su participación de este en cualquier momento. Su decisión de participar o de no, no afectará de ninguna manera su atención médica en este hospital.

**Aclaraciones**

- Su decisión de participar en el estudio es completamente libre y voluntaria.
- No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted en caso de no aceptar la invitación.
- Si decide participar en el estudio puede retirarse en el momento que lo desee, aun cuando el investigador responsable no se lo solicite, pudiendo informar o no, las razones de su decisión, la cual será respetada en su integridad.
- No tendrá que hacer gasto alguno durante el estudio.
- El propósito del estudio es estrictamente científico y no tiene remuneración ni financiación dado que no la requiere, por lo tanto, NO recibirá pago por su participación.
- En el transcurso del estudio usted podrá solicitar información actualizada sobre el mismo, al investigador responsable.
- La información obtenida en este estudio, utilizada para la identificación de cada paciente, será mantenida con estricta confidencialidad por el grupo de investigadores.
- Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado que forma parte de este documento

**Números Para Contactar:**

Datos de contacto:

**Abril Velázquez Balbuena:**

2224428368 de lunes a viernes de 8 am a 12 m

**Dietmar Anaya Mier:**

5564908306 de lunes a viernes de 2 pm a 6 pm

Si acepta participar en el estudio, Usted recibirá una copia de este documento que le pediremos que firme.

**Consentimiento para participar en el estudio**

Su firma indica su aceptación para participar voluntariamente en el presente estudio.

**Nombre completo del participante  
(representante legal en caso de aplicar):**

Firma:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_  
Día / Mes / Año

**Testigo #1:  
Nombre:**

Firma:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_  
Día / Mes / Año

**Testigo #2:  
Nombre:**

Firma:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_  
Día / Mes / Año

**Nombre completo de la persona que obtiene el consentimiento:**

Firma:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Atentamente  
Dra. **ABRIL VELAZQUEZ BALBUENA**  
Investigador principal

**REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO**

Título del protocolo de investigación:

**CLASIFICACION DE LA SEVERIDAD DEL SANGRADO QUIRURGICO SEGÚN EL  
ADVANCED TRAUMA LIFE SUPPORT EN PACIENTES CON HIPOTERMIA  
INADVERTIDA SOMETIDOS A CIRUGÍA MAYOR BAJO ANESTESIA GENERAL**

Investigador Principal: **Abril Velázquez Balbuena**

Sede donde se realizará el estudio: **Hospital regional de alta especialidad ciudad salud.**

Nombre del paciente: \_\_\_\_\_

Por este conducto deseo informar mi decisión de retirarme de este protocolo de investigación por las siguientes razones: (Este apartado es opcional y puede dejarse en blanco si así lo desea el paciente)

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

Si el paciente así lo desea, podrá solicitar que le sea entregada toda la información que se haya recabado sobre él, con motivo de su participación en el presente estudio.

\_\_\_\_\_  
Firma del participante

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Testigo

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Testigo

\_\_\_\_\_  
Fecha

c.c.p El paciente

