

**Universidad Nacional  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Escuela de Medicina Veterinaria**

**Comparación entre dos protocolos de manejo contra la hipotermia  
en caninos sometidos a ovariectomía, anestesiados con  
ketamina-midazolam.**

**Modalidad: Tesis de grado**

**Trabajo Final de Graduación para optar por el Grado Académico de  
Licenciatura en Medicina Veterinaria**

**Daniel Vargas Rodríguez**

**Tutor: Carlos Luna Tortós, Ph.D.  
Lector: José Pablo Solano Rodríguez, Lic.  
Lectora: Nancy Astorga Miranda, M.Sc.**

**Campus Pbro. Benjamín Núñez, Heredia  
2017**

**TRIBUNAL EXAMINADOR**

Rafael Vindas Bolaños, Lic.  
Decano de la Facultad de Ciencias de la Salud

\_\_\_\_\_

Laura Bouza Mora, M.Sc.  
Subdirectora Escuela de Medicina Veterinaria

\_\_\_\_\_

Carlos Luna Tortós, Ph.D  
Tutor

\_\_\_\_\_

José Pablo Solano Rodríguez, Lic.  
Lector

\_\_\_\_\_

Nancy Astorga Miranda, M.Sc.  
Lectora

\_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

## **DEDICATORIA**

A mi familia, directa e indirecta, con especial énfasis a Karol, ya que este trabajo para bien o para mal es fruto de su motivación.

A mi madre Patricia y a mi hermana Karla, que me apoyaron durante toda mi carrera y aún lo siguen haciendo a pesar de la distancia.

A esos otros 4 jinetes, ya que ellos son el material del que las historias legendarias se forman, fue un honor montar ese toro junto a ustedes.

A la Universidad Nacional, sin su formación no seríamos lo que somos.

## AGRADECIMIENTO

Quisiera agradecer al Journal Club que se organizó en la Escuela de Veterinaria, pues a pesar de que se tomó su tiempo, este trabajo nació de sus reuniones.

Al Dr. José Pablo Solano, que siempre se mantuvo positivo ante todo y ha sido un modelo a seguir y un faro de conocimiento desde que lo conocí, ya que él fue quien me inspiró a esta empresa.

Al Dr. Juan Carlos Murillo, pues un regaño no tiene por qué ser algo malo.

A mis amigos, que si bien hemos perdido el contacto, siempre los tengo en mente y ustedes han sido mi norte.

Al Dr. Bernardo Vargas, pues sin su apoyo en la parte de análisis estadístico, no sé dónde estaría ahora respecto del avance de la Tesis.

Finalmente a Karol Protti, porque honor a quien honor merece, y este trabajo se dio gracias a las vueltas del destino que nos llevaron a realizarlo, con todo lo bueno y todo lo malo que trajo.

## ÍNDICE

<b>PORTADA</b> .....	<b>i</b>
<b>TRIBUNAL EXAMINADOR</b> .....	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>INDICE</b> .....	<b>v</b>
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	<b>vii</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>viii</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b> .....	<b>ix</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>x</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xi</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. Antecedentes</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2. Justificación</b> .....	<b>4</b>
<i>1.2.1. Importancia</i> .....	<b>4</b>
<i>1.2.2. Hipótesis</i> .....	<b>6</b>
<b>1.3. Objetivos</b> .....	<b>6</b>
<i>1.3.1. Objetivo general</i> .....	<b>6</b>
<i>1.3.2. Objetivos específicos</i> .....	<b>6</b>
<b>2. METODOLOGÍA: MATERIALES Y METODOS</b> .....	<b>7</b>
<b>3. RESULTADOS</b> .....	<b>15</b>
<b>3.1. Frecuencia cardiaca</b> .....	<b>16</b>

<b>3.2. Temperatura corporal.....</b>	<b>20</b>
<b>3.3. Tiempo de incorporación y al primer bolo anestésico.....</b>	<b>24</b>
<b>4. DISCUSIÓN.....</b>	<b>26</b>
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>37</b>
<b>6. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>39</b>
<b>7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>40</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>45</b>

**INDICE DE CUADROS**

Cuadro 1. Distribución del número de pacientes entre protocolos anestésicos y protocolos de termorregulación.....	13
Cuadro 2. Descripción de los 3 grupos de termorregulación.....	15
Cuadro 3. Mínimos cuadrados de la FC según los grupos estudiados a lo largo del tiempo.....	18
Cuadro 4. Mínimos cuadrados de T a lo largo del tiempo según los grupos estudiados.....	22

**INDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Frecuencia cardiaca e intervalo de confiabilidad 95% para el grupo de estudio en función del tiempo.....	16
Figura 2. Regresión de mínimos cuadrados de Frecuencia Cardiaca según los grupos de termorregulación, con su intervalo de confiabilidad.....	17
Figura 3. Frecuencia cardiaca según los grupos de termorregulación a lo largo del tiempo.....	19
Figura 4. Regresión de mínimos cuadrados de la frecuencia cardiaca según el grupo de termorregulación a lo largo del tiempo.....	20
Figura 5. Regresión de mínimos cuadrados con su intervalo de confianza para la temperatura general a lo largo del tiempo.....	21
Figura 6. Mínimos cuadrados y su intervalo de confianza para la temperatura a lo largo del tiempo según cada grupo.....	21
Figura 7. Promedio de disminución de temperatura para cada uno de los protocolos a lo largo del tiempo.....	23
Figura 8. Mínimos cuadrados del tiempo de incorporación luego de la última dosis anestésica.....	24
Figura 9. Mínimos cuadrados del tiempo para el primer bolo de refuerzo anestésico.....	25

## LISTA DE ABREVIATURAS

ASA: American Society of Anesthesiologists

FC: frecuencia cardiaca

°C: grados Celsius

HEMS: Hospital de Especies Menores y Silvestres

SNC: sistema nervioso central

T: temperatura

## RESUMEN

Se compararon dos metodologías para prevenir y controlar la hipotermia en procesos transquirúrgicos (manta térmica y suero tibio intravenoso) contrastados con un grupo control.

Se realizaron mediciones de frecuencia cardiaca y temperatura transrectal cada siete minutos, también tiempo al primer bolo de anestesia y a la incorporación de la misma, el análisis estadístico no arrojó significancia ( $P > 0.05$ ) ya que el grupo de estudio se vio reducido al tener que remover varios pacientes por criterios de exclusión.

Sin embargo, el análisis arrojó tendencias del grupo de manta térmica donde se observó un metabolismo más activo, mayores requerimientos anestésicos, pérdida de temperatura más lenta a lo largo del tiempo (pese a tener una caída inicial abrupta por un efecto de distribución), una frecuencia cardiaca más elevada y mayores tiempos de incorporación contrastados con menores tiempos al primer bolo anestésico.

## ABSTRACT

Two methodologies to prevent and control hypothermia in transsurgical processes were compared (thermal blanket and warm intravenous fluids), compared to a control group.

Measurements of heart rate and transrectal temperature were performed every seven minutes, also times at the first bolus of anesthesia and the incorporation, since the study group was reduced by having to remove several patients by exclusion criteria the analysis was not statistical significant ( $P > 0.05$ ).

Nevertheless the analysis showed tendencies of the thermal blanket group where a more active metabolism was observed, also higher anesthetic requirements, slower temperature loss over time (despite having an abrupt initial fall due to a distribution effect), a higher heart rate and longer incorporation times compared with shorter times to the first anesthetic bolus.

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

A lo largo de la vida de un animal, es probable que este requiera ser puesto bajo los efectos de la anestesia, ya sea por un motivo de restricción de movimiento (como una evaluación de rutina médica en un paciente muy ansioso o agresivo), para realizar algún procedimiento optativo (por ejemplo una limpieza dental o una castración), o debido a una necesidad quirúrgica (un trauma que derive en la realización de un procedimiento ortopédico tal como la reducción de una fractura, por citar un ejemplo); o en situaciones de vida o muerte, por la cual el paciente debe ser intervenido quirúrgicamente para corregir una situación de emergencia, por ejemplo, una torsión gástrica, una intususcepción, una piómetra, entre otros (Arias et al., 2004; Harari, 2004; Slatter, 2006; Fossum et al., 2007; Ettinger y Feldman, 2010; Nelson y Couto, 2013).

Cuando un animal es sometido a dichos procedimientos, se busca alcanzar mediante el uso de fármacos, el plano de anestesia quirúrgica deseable para asegurar que el sistema nervioso central (SNC) del paciente se deprima, y por consiguiente se obtenga el adecuado estado de inconsciencia y además de analgesia necesaria para la manipulación, que de otra forma sería dificultosa, dolorosa e inhumana desde el punto de vista de bienestar animal (de Aluja, 2011).

Así mismo, cuando se realiza una anestesia, una de las regiones del SNC que se deprime es el núcleo pre-óptico anterior del hipotálamo encargado de la termorregulación autónoma, lo cual ocasiona una caída en la temperatura corporal, central y periférica del paciente (Tansey y Johnson, 2015).

Dicha disminución tiende a variar según factores internos tales como el tiempo que permanece el paciente anestesiado, el tipo de cirugía a la que se somete, y la selección de fármacos utilizados, así como factores externos como la temperatura ambiental en el quirófano y el tipo de superficie sobre la cual se coloca el animal anestesiado. Por ejemplo, un paciente va a perder más temperatura en un procedimiento de cavidad abdominal o torácica que en un procedimiento de piel, pues en el primero se ven expuestas las membranas y los órganos del animal, lo que aumenta el área de evaporación y por ende se reduce aún más la temperatura corporal.

Igualmente, los autores Torres (2001); Cunningham y Klein (2007); Tranquilli y colaboradores (2007); Plumb (2008); Choudhury y colaboradores (2012); coinciden en que algunos medicamentos como los opioides tienden a causar mayor hipotermia, debido a su efecto hipotensor (el cual disminuye la perfusión tisular ocasionando una disminución de la temperatura corporal), y esto ocurre en mayor medida al ser usados en combinación con  $\alpha 2$  adrenérgicos, benzodiazepinas y/o fenotiazinas, entre otros, debido al efecto depresor del SNC.

La hipotermia en caninos, según Hall y colaboradores (2001), se define como la llegada de la temperatura corporal a los 35 grados Celsius, pudiendo presentarse (en caso de continuar el descenso de temperatura), complicaciones tales como una elevada incidencia de infecciones, debilidad para recuperarse de la anestesia, bradipnea y disfunción del miocardio.

Otros autores más conservadores, como Tranquilli y colaboradores (2007), indican que hay hipotermia en un perro cuando se da una disminución de la temperatura corporal central por debajo de los 36.6°C, y de acuerdo con estos autores (Hall et al., 2001 y

Tranquilli et al., 2007), ésta baja puede ser inducida voluntariamente durante un procedimiento anestésico con el fin de reducir los índices metabólicos, así como la necesidad y consumo de fármacos durante una intervención, pero con los peligros que esto implica (depresión del SNC y órganos vitales, y caída de la presión arterial), por lo que recomienda que en los casos donde la hipotermia no sea provocada intencionalmente para aprovechar los beneficios anteriormente citados, se procure controlarla o evitarla, máxime en casos donde exista riesgo de sangrados profusos, pues también ocurre que los tiempos de coagulación aumentan y disminuye el conteo plaquetario, lo que agravaría una hemorragia en caso de presentarse ya que el sangrado sería profuso y tomaría más tiempo en generar hemostasia por las razones mencionadas anteriormente.

Finalmente, Tranquilli y colaboradores (2007) dividen la hipotermia en etapas, considerándose como leve aquella en la que el paciente alcance los 32-34°C (aproximadamente un 86% de la temperatura normal de un canino), media 28-30°C, severa 25-26°C y extrema 22-23°C. Mientras que temperaturas iguales o superiores a los 36°C (pero menores a los 40°C) se consideran normo térmicas (iguales o cercanas al rango normal de temperatura 37.3-39.3°C), ya que no generan complicaciones ni cambios significativos en el animal.

Dado el gran impacto que genera la pérdida de temperatura en un paciente al someterse a un proceso anestésico, existen actualmente varios mecanismos por los cuales un médico veterinario puede aminorar la hipotermia de sus pacientes, tanto trans- como post-quirúrgicamente, entre estos están el uso de mantas térmicas, sueros tibios intravenosos (Thurmon et al., 2003; Dix et al., 2006; Tranquilli et al., 2007), secadora de

pelo (las de uso humano), bolsas de agua caliente y bolsas de flujo de aire caliente (Shao et al., 2012).

Teniendo esto en cuenta y a pesar que una hipotermia inducida puede ser beneficiosa en algunos procedimientos (Hall et al., 2001; Thurmon et al., 2003; Tranquilli et al., 2007), su aparición en un procedimiento de rutina puede ser motivo de cuidado, pues puede complicar el caso en vez de colaborar a su resolución, por lo que tener métodos para controlarla viene a ser necesario.

## **1.2. Justificación**

### *1.2.1. Importancia*

La hipotermia es un fenómeno que afecta a los pacientes que se someten a anestesia. Puede ser inducida a voluntad para aprovechar algunos beneficios (como tasas metabólicas más bajas entre otros), pero también si ésta es prolongada y la hipotermia marcada, se puede caer en una serie de alteraciones que pueden agravar el estado clínico de un paciente o predisponerlo a complicaciones post-anestésicas, como previamente se ha mencionado. Por ello es importante controlar la disminución de la temperatura para prevenir la hipotermia y así mantener un adecuado funcionamiento celular y enzimático (Thurmon et al., 2003; Arias et al., 2004; Tranquilli et al., 2007).

Sin embargo, aunque a groso modo, se conocen algunos mecanismos para controlar o evitar que ocurra hipotermia en un paciente anestesiado durante un procedimiento quirúrgico, la mayoría de estudios comparativos de manejo y prevención de hipotermia son de medicina humana, como el realizado por Baptista y colaboradores (2010), en ellos se

comparan tanto el calentamiento de fluidos endovenosos, como mantas térmicas y colchones de convección de aire caliente, pero no realizan un análisis de los métodos, dejándolo solo en resultados anecdóticos y declarando que los métodos de calentamiento cutáneo son mejores en general.

Por otro lado, en los escasos estudios relacionados al control de la temperatura de pacientes anestesiados en medicina veterinaria, lo que se encuentran son principalmente algunas menciones de libros de texto como en Thurmon y colaboradores, 2003; Arias y colaboradores, 2004; Tranquilli y colaboradores, 2007, en los cuales citan diferentes artefactos utilizados para el control de la hipotermia, pero no detallan rangos de temperatura ni se compara el nivel de eficacia entre ellos.

Finalmente, es válido mencionar que al visitar varias clínicas, se notó la carencia de mecanismos de prevención de la hipotermia tanto a nivel de clínicas privadas, como de centros de enseñanza como lo es el Hospital de Especies Menores y Silvestres de la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional (HEMS). Siendo el Hospital Intensivet (en San José) y la Clínica Veterinaria Cartago (en Cartago centro) los únicos lugares donde se observó que de forma activa se monitorea y previene la hipotermia.

De allí la importancia de realizar una comparación bien detallada de las similitudes o diferencias en cuanto a la eficacia existente entre el uso de manta térmica o fluidos intravenosos tibios para el control de la hipotermia en un paciente canino bajo los efectos de la anestesia, todos sometidos a un mismo procedimiento quirúrgico, para finalmente dar una recomendación basada en un criterio fundamentado en datos originados en el país.

### *1.2.2. Hipótesis nula*

No difiere la capacidad de prevenir la hipotermia en un paciente anestesiado entre los dos grupos estudiados, manta térmica y suero tibio.

## **1.3. Objetivos**

### *1.3.1. Objetivo general*

Comparar el uso de la manta eléctrica y el suero tibio intravenoso durante la ovariectomía de un grupo de caninos hembra con el fin de identificar cuál método es más efectivo para mantener una adecuada temperatura corporal y prevenir la hipotermia.

### *1.3.2. Objetivos específicos*

1. Determinar si se presenta una diferencia en los tiempos de reincorporación de la anestesia según sean los diferentes protocolos de manejo de la hipotermia.
2. Comparar la eficacia de ambos métodos para el manejo de la temperatura corporal (manta térmica y suero tibio intravenoso) bajo el mismo protocolo anestésico y los mismos regímenes de muestreo.
3. Comparar cada método para el manejo de la temperatura corporal con un grupo control.
4. Determinar si existe alguna diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre los tres grupos a evaluar, por la que posteriormente amerite la realización de un estudio más profundo.

## 2. METODOLOGIA: MATERIALES Y METODOS

El estudio consistió en el análisis de datos derivados de la monitorización anestésica de un grupo de 40 caninas, de las 49 que fueron sometidas a ovariectomía en el HEMS, entre los meses de enero a abril del año 2013, para la realización del proyecto de Tesis de la Dra. Protti (2013).

Los criterios de selección utilizados para elegir las 40 perras de este estudio se detallaran más adelante.

Las comparaciones a evaluar se basaron en los registros no publicados de las tomas de temperatura rectales de los pacientes; los cuales corresponden a datos colectados pero que no se procesaron ni analizaron para Protti (2013). Cada medición de temperatura será considerada como una muestra. Dichas mediciones se agruparon de la siguiente manera:

- En el pre-operatorio: Considerado como el tiempo previo a la administración de cualquier fármaco, periodo durante el cual se efectuó la preparación del paciente (rasurado y colocación de vía endovenosa). Esta toma se realizó con el fin de determinar cuál era la temperatura inicial del paciente antes de cualquier manipulación física o química.
- En el trans-operatorio: Considerado como el periodo posterior a la inducción del paciente, pues se puede asumir que es desde dicho momento que los centros del SNC se deprimen, incluyendo todo el periodo de cirugía, hasta el momento que se da la última sutura en piel. Durante este tiempo se realizó una toma de temperatura rectal cada siete minutos.

- En el post-operatorio: Considerado como el periodo comprendido desde el final del cierre de la incisión de piel hasta la incorporación en los miembros anteriores y el cabeceo en el paciente. Igualmente se mantuvo la frecuencia de toma de temperatura rectal cada siete minutos.

Todas las mediciones fueron realizadas por el mismo operario (estudiante tesario Daniel E. Vargas Rodríguez) mediante el uso de un termómetro rectal digital marca OMROM, el cual de acuerdo al fabricante tiene un rango de incertidumbre de  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ .

Los registros de todas las mediciones de temperatura se categorizaron en tres grupos de animales:

- Grupo “C” (Control): Conformado por 12 individuos de control. En este grupo no se utilizó ningún tipo de mecanismo (de forma activa) para el control y prevención de la hipotermia (pues como se mencionó en la justificación, se contó con una manta térmica apagada en caso que la temperatura corporal de alguno de los pacientes disminuyese de los  $35^{\circ}\text{C}$ ).
- Grupo “1” (Uno): Conformado por 14 individuos. En este grupo se aplicó el método de la manta térmica, que fue utilizada durante todo el periodo trans-quirúrgico y post-quirúrgico.
- Grupo “2” (Dos): Conformado por 14 individuos. En este grupo se aplicó suero tibio por vía endovenosa (suero calentado en baño maría hasta alcanzar una temperatura de  $38^{\circ}\text{C}$ ). Este grupo contó, adicionalmente, con un manta térmica

apagada durante el estudio, lista para ser utilizada en caso de que sus temperaturas corporales descendieran de los 35°C.

El uso de una manta térmica colocada debajo del paciente pero desconectada en los grupos C y dos, fue una decisión preventiva tomada como medida de bienestar animal (de Aluja, 2011), pues a pesar que se hubiera podido generar intencionalmente una hipotermia trans-quirúrgica, para aprovechar los índices metabólicos menores (que bajo estas condiciones se genera), y de esa manera reducir la necesidad de bolos anestésicos adicionales, este no era el propósito del estudio, sino más bien comparar dos métodos de prevención de la hipotermia entre sí y contrastarlos a un grupo control. Cabe mencionar que dicha medida, no debió ser implementada con ningún individuo, pues no hubo ningún caso en el que se desarrollara hipotermia.

Para efectos de este estudio, se realizaron varios análisis estadísticos a definir:

- Una comparación de Chi cuadrado para evidenciar diferencias en los tiempos de recuperación anestésica entre uno y otro protocolo, teniendo diferencias significativas un valor de  $P < 0.05$  o muy significativas  $P < 0.01$ .
- Un Análisis de Varianza (ANOVA), para un diseño de mediciones repetidas (Wayne y Chad, 2013) que dio como resultado final una regresión de mínimos cuadrados para cada una de las variables analizadas, el mismo, se realizó mediante el programa StatisticalAnalysis Software, SAS Institute Inc. (2016). Se evaluaron para dicho fin las variables de frecuencia cardíaca (FC) y de temperatura (T) según el grupo de termorregulación, como variables dependientes, junto con las variables de peso corporal, edad, hematocrito, proteínas totales y tiempo en minutos como

covariables, esto con el fin de valorar si las segundas produjeron algún efecto sobre las primeras.

Con base a lo expuesto por Cohen (1988) y por Bausell y Li (2002), este estudio requerirá como mínimo 16 - 17 muestras por grupo, pudiendo ser más y en diferente proporción para cada conjunto, pero, siempre alcanzando el mínimo de 68 muestras totales, esto con el fin de alcanzar una potencia mínima de un 80% y una confiabilidad de 95%, pudiendo detectarse una diferencia significativa con una  $P < 0.05$  y muy significativa con una  $P < 0.01$ . Para este estudio se recopilaron 377 muestras totales de T y 342 mediciones de FC.

En cuanto al manejo aleatorizado de los pacientes en los grupos, la asignación en los diferentes protocolos fue un proceso ciego, pues estos se asignaron en forma lineal conforme cada individuo era aceptado según los criterios de inclusión a los expedientes preexistentes a un protocolo definido, es decir, se definió el protocolo para cada una de las perras sin tener un paciente previamente asignado, sino conforme fueron llegando a cirugía, de modo que en ese mismo orden fueron colocados en cada caso de forma consecutiva, en los grupos C, 1, 2, C, 1, 2, C, 1, 2... y así sucesivamente hasta llegar a los 48 individuos.

El proyecto de Protti (2013), contó únicamente con 48 animales de estudio dado que a pesar de la propaganda y el llamado que se hizo a la población, acudieron solo 54 individuos, de los cuales cinco no pudieron incorporarse al estudio ya que no cumplieron los criterios de inclusión o exclusión, y uno tuvo que ser removido del estudio, ya que fue la primera paciente en castrarse y a raíz de ella se realizó una modificación en el protocolo anestésico para complementarlo mejor, quedando únicamente 48 pacientes dentro de ese estudio.

De esos 48 pacientes, para este proyecto se realizó una sub-selección de únicamente 40 individuos, mediante los siguientes criterios de inclusión: estado de salud aparentemente sano (ASA I), hembras, canino sin raza definida, de uno a seis años (por ser un individuo adulto, maduro, con un metabolismo estable y sin afectaciones propias de la vejez) y peso de diez – 20 Kg (que si bien hay una diferencia metabólica de alrededor de 270 kCal y una diferencia de área corporal de aproximadamente  $0.3 \text{ m}^2$ , no representa una variabilidad muy alta).

El hecho de usar animales mestizos (sin una raza definida), ocasiona que estos presenten diferentes configuraciones corporales, por ejemplo unos muy largos y flacos, otros compactos y robustos; lo que puede generar que tengan una superficie mayor o menor de contacto por donde perder calor y temperatura o mantenerla. Por ende, para el análisis de datos de esta Tesis, se excluirán en total ocho casos de Protti (2013), pues si bien cumplen con los criterios de inclusión de peso de su tesis (de 9.5 Kg a 20.5 Kg), estos ocho individuos no cumplen con el criterio de peso de este proyecto (de 10 Kg a 20 Kg); establecido con el fin de homogenizar los grupos de estudio entre sí, evitando que exista una diferencia significativa entre los pesos de los grupos.

En caso de que a pesar de esto se observase una tendencia, se podría dar paso a la repetición de este estudio, pero con un rango de pesos de animales con una amplitud menor. Para este estudio en particular, el criterio de inclusión de peso con un rango tan amplio se da porque, para el estudio de Protti (2013), se requería animales más robustos para la colocación de agujas espinales.

Adicionalmente, se les practicó una evaluación sanguínea, donde por cuestiones económicas, únicamente se midió el hematocrito y las proteínas totales. De dichos

resultados, se consideraron criterios de exclusión valores reportados fuera de los siguientes rangos: hematocrito 35 - 47%, proteínas totales 5.3 - 7.2g/dl pues pueden ser indicadores de anemias, deshidratación, alteraciones metabólicas, desnutrición, entre otros, que puedan significar que el paciente se encuentra levemente enfermo (Vélez et al., 2004; Meneses y Bouza, 2014).

En los 40 pacientes del estudio (independientemente del grupo al que pertenecía), se realizó terapia de fluidos con suero intravenoso a una tasa de infusión de 10 ml/Kg/h. Para ello se utilizó bolsas de ringer lactato de un litro a T ambiente en los grupos C y “1”; y para el grupo “2” la bolsa de fluidos fue calentada en baño María y se mantuvo a 38°C, de acuerdo a lo recomendado por Dix y colaboradores (2006), mediante el recubrimiento con dos capas de papel aluminio ligeramente arrugado tanto de la bolsa como del venoclisis.

En el caso de los pacientes del grupo “1”, donde la manta térmica permaneció encendida de manera constante, ésta estuvo separada del cuerpo del paciente por un paño para prevenir posibles quemaduras (dicho paño fue el mismo en cuanto a tipo de tela, grosor y número de dobleces entre el paciente y la manta, para los tres grupos).

Para un manejo integral de la anestesia y analgesia de acuerdo a lo expuesto por Torres (2001), Thurmon y colaboradores (2003), Tranquilli y colaboradores (2007), Vanegas (2008) y también por Muir y colaboradores (2013), la dosificación de medicamentos fue proporcional al peso para reducir posibles sesgos, todos los pacientes fueron premedicados con 0.01 mg/Kg de acepromacina endovenosa como tranquilizante y 3 mg/Kg de tramadol endovenoso ó 0.03 mg/Kg de butorfanol como analgésico (según los resultados de Protti (2013), no hay diferencia significativa entre los distintos protocolos analgésicos en cuanto a frecuencia cardiaca y/o respiratoria en el paciente transquirúrgico).

Para la inducción y mantenimiento de la anestesia se utilizó ketamina al 5% con midazolam al 0.2% a una dosis de 1ml/10Kg.

Con el fin de reducir la influencia de los agentes opioides sobre los resultados de termorregulación, ya que pueden influir la FC, se distribuyeron los individuos aleatoriamente, de manera que cada protocolo anestésico incluyera individuos de los tres grupos de termorregulación. Esto se hizo incluyendo individuos de la siguiente manera (grupo de analgesia [1-4] : grupo de termorregulación [C, 1 y 2]): 1:C, 2:C, 3:C, 4:C, 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 1:2, 2:2, 3:2, 4:2, y luego se inicia de nuevo el conteo. La distribución se hizo de esta forma con el fin de reducir la interferencia de los diferentes protocolos analgésicos sobre los resultados obtenidos para este estudio. Los datos se aclaran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Distribución del número de pacientes entre protocolos anestésicos y protocolos de termorregulación.

Protocolo anestésico	Protocolo Termorregulación		
	Grupo C	Grupo 1	Grupo 2
Grupo 1	3	4	3
Grupo 2	4	3	3
Grupo 3	2	4	4
Grupo 4	4	3	4

Las 40 pacientes fueron sometidas al mismo procedimiento quirúrgico (ovariohisterectomía), y en todos los casos las instalaciones (quirófano del HEMS) y el cirujano, fueron el mismo, así como el estudiante Daniel E. Vargas Rodríguez fue quien realizó todas las tomas de parámetros, monitoreo de la anestesia, monitoreo del paciente trans y post quirúrgico, preparación y dosificación de los fármacos para todas las cirugías,

de modo que así se reducen las posibles variables externas al paciente que pudieran dar origen a un sesgo en la información recolectada entre los individuos de los tres grupos.

### 3. RESULTADOS

En el Cuadro 2 se puede apreciar la estadística descriptiva de los tres grupos de termorregulación del estudio, su promedio, desviación estándar, mínimos y máximos, número de muestra (n) y los límites de confiabilidad para un 95% (inferior y superior), también se determinó una  $P > 0.05$  para las variables de la población, lo cual determinaría a los tres grupos como similares y comparables entre sí.

Cuadro 2. Descripción de los tres grupos de termorregulación.

Grupo	Variable	n	Promedio	D. E.	Mínimo	Máximo	95% CL Superior	95% CL Inferior
Control	Peso Kg	12	14.12	4.83	10.0	20.00	16.74	11.49
	Edad	11	2.37	1.19	1.20	5.00	3.04	1.69
	Hematocrito	12	48.40	4.79	38.50	55.75	51.01	45.80
	Proteínas Totales	12	5.88	0.38	5.20	6.60	6.10	5.67
Manta térmica	Peso Kg	14	12.46	2.62	10.0	19.00	13.84	11.09
	Edad	13	2.69	1.01	1.00	4.00	3.24	2.14
	Hematocrito	14	47.66	9.19	32.50	61.75	52.48	42.84
	Proteínas Totales	14	6.73	0.90	5.60	9.00	7.20	6.26
Suero tibio	Peso Kg	14	12.71	2.80	10.0	19.50	14.18	11.25
	Edad	13	2.70	1.57	1.00	6.00	3.55	1.85
	Hematocrito	14	46.77	7.14	35.00	60.00	50.51	43.03
	Proteínas Totales	12	6.03	0.91	5.00	8.20	6.54	5.51

### 3.1. Frecuencia cardiaca

En la Figura 1 se observa la tendencia de la frecuencia cardiaca (FC) a lo largo del tiempo, independientemente del grupo de estudio, junto con su intervalo de confiabilidad para un 95%. No se contemplaron las mediciones más allá de los 56 minutos de anestesia (a pesar de tener mediciones hasta los 77 minutos), ya que para ese momento, muchos de los pacientes habían despertado, lo que significa que el “n” de la muestra disminuye para esos minutos subsiguientes, generando que el intervalo de confiabilidad se amplíe.

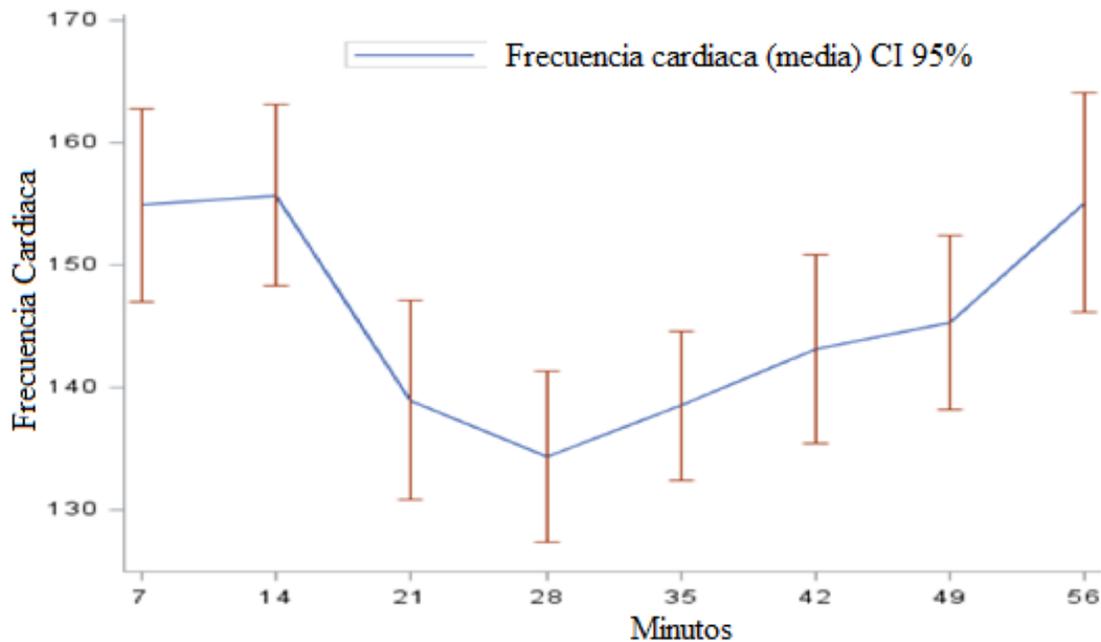


Figura 1. Frecuencia cardiaca e intervalo de confiabilidad 95% para el grupo de estudio en función del tiempo.

La FC según los grupos de termorregulación es la siguiente: grupo control  $146.65 \pm 10.24$ , grupo manta térmica  $153.35 \pm 8.95$  y grupo de suero tibio  $140.44 \pm 9.90$ .

Esto se puede apreciar gráficamente en la Figura 2, donde pese a no observarse una diferencia significativa ( $P > 0.05$ ), sí se observa una tendencia del grupo de la manta térmica a estar un poco más elevado que el grupo control y el grupo de suero tibio.

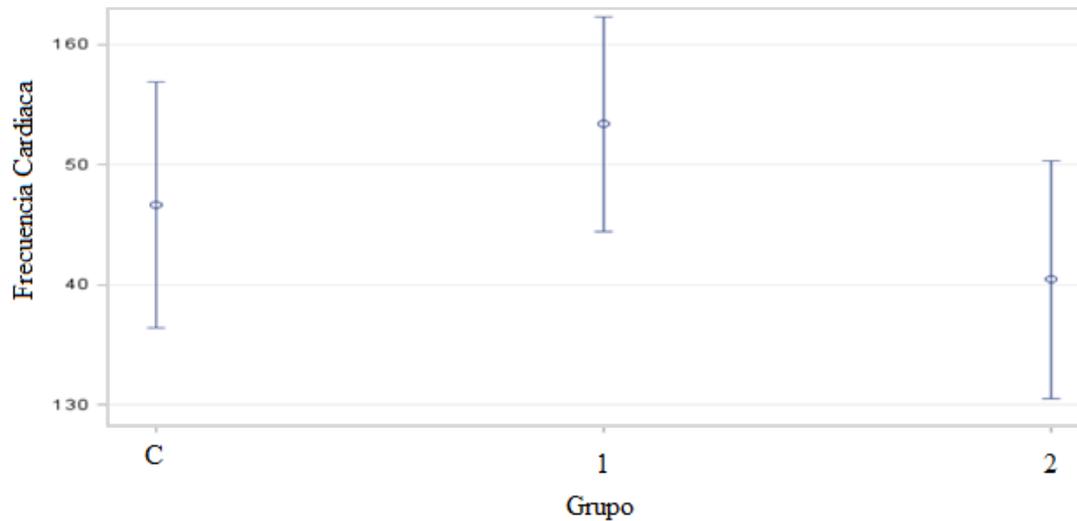


Figura 2. Regresión de mínimos cuadrados de frecuencia cardíaca según los grupos de termorregulación, con su intervalo de confiabilidad.

En el Cuadro 3 se muestran los valores de mínimos cuadrados para cada FC, según el grupo de termorregulación a lo largo del tiempo y de forma gráfica en la Figura 3.

Cuadro 3. Mínimos cuadrados de la FC según los grupos estudiados a lo largo del tiempo.

Grupo	Tiempo (minutos)	Estimado	Error Estándar	IC 95% Inferior	IC 95% Superior
Control	7	163.15	6.86	149.63	176.68
	14	154.15	6.86	140.63	167.68
	21	139.75	6.86	126.23	153.28
	28	130.15	6.86	116.63	143.68
	35	136.75	6.86	123.23	150.28
	42	143.77	7.06	129.85	157.69
	49	148.22	7.62	133.19	163.25
	56	145.71	8.18	129.59	161.83
	63	148.44	10.66	127.43	169.44
	70	159.71	11.25	137.54	181.88
	77	143.38	13.22	117.32	169.44
Manta Térmica	7	164.63	6.41	151.99	177.26
	14	171.05	6.24	158.75	183.34
	21	153.30	6.12	141.24	165.36
	28	143.61	6.12	131.55	155.67
	35	146.84	6.12	134.78	158.90
	42	151.92	6.12	139.86	163.98
	49	149.01	6.26	136.66	161.36
	56	160.68	6.45	147.96	173.39
	63	148.07	6.94	134.38	161.75
	70	147.41	8.52	130.62	164.21
	77	150.38	12.56	125.63	175.13
Suero Tibio	7	139.50	6.89	125.91	153.09
	14	145.33	6.52	132.47	158.20
	21	130.06	6.52	117.20	142.92
	28	131.70	6.52	118.84	144.56
	35	133.33	6.52	120.47	146.20
	42	131.46	6.90	117.86	145.07
	49	146.25	7.26	131.93	160.56
	56	157.73	8.07	141.82	173.64
	63	146.00	9.49	127.29	164.71
	70	141.40	12.79	116.17	166.63
	77	142.05	13.58	115.28	168.82

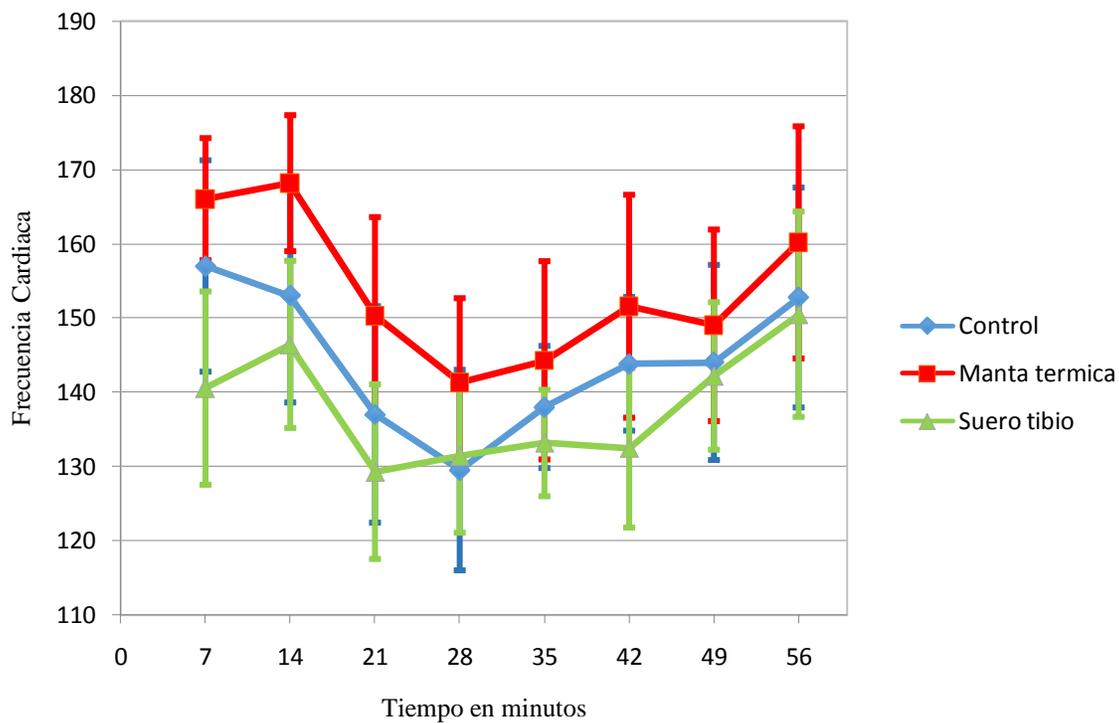


Figura 3. Frecuencia cardíaca según los grupos de termorregulación a lo largo del tiempo.

Para los tres grupos, se obtuvo una  $P > 0.05$ , por lo que no hay una diferencia significativa entre ellos; sin embargo, se observa una tendencia del grupo de manta térmica a presentar una FC levemente mayor.

Como se puede observar en la Figura 4 (regresión de mínimos cuadrados de la FC según los grupos de termorregulación en función del tiempo), no se observa una diferencia significativa entre los grupos, pero de la misma forma que las anteriores, se observa una tendencia del grupo de manta térmica a estar un poco más elevada que el grupo control y el de suero tibio.

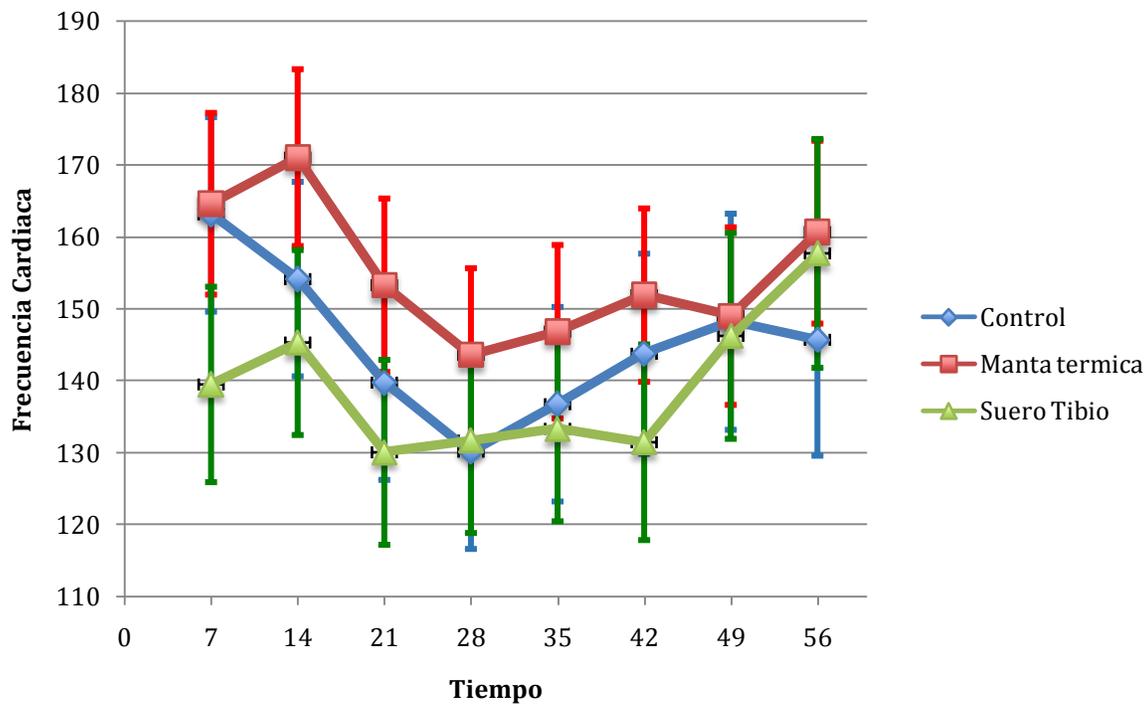


Figura 4. Regresión de mínimos cuadrados de la frecuencia cardiaca según el grupo de termorregulación a lo largo del tiempo.

### 3.2. Temperatura corporal

Hay una diferencia muy significativa ( $P < 0.0001$ ) a lo largo del tiempo de la temperatura de los pacientes pertenecientes a los tres grupos. Inicialmente se encuentran en un promedio de  $38.80^{\circ}\text{C} \pm 0.12^{\circ}\text{C}$ , y al minuto 56, la T ha descendido a los  $37.95^{\circ}\text{C} \pm 0.13^{\circ}\text{C}$  en promedio. Dicha disminución se puede apreciar con mayor claridad en la Figura 5.

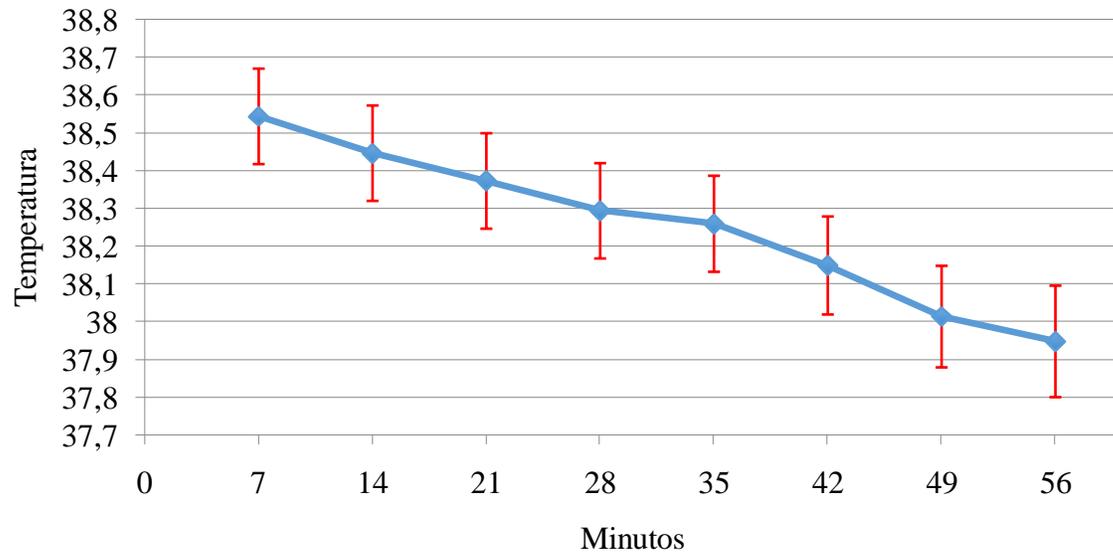


Figura 5. Regresión de mínimos cuadrados con su intervalo de confianza para la temperatura general a lo largo del tiempo.

La Figura 6 representa los mínimos cuadrados de T de cada grupo a lo largo del tiempo. Los valores para cada punto se detallan en el Cuadro 4.

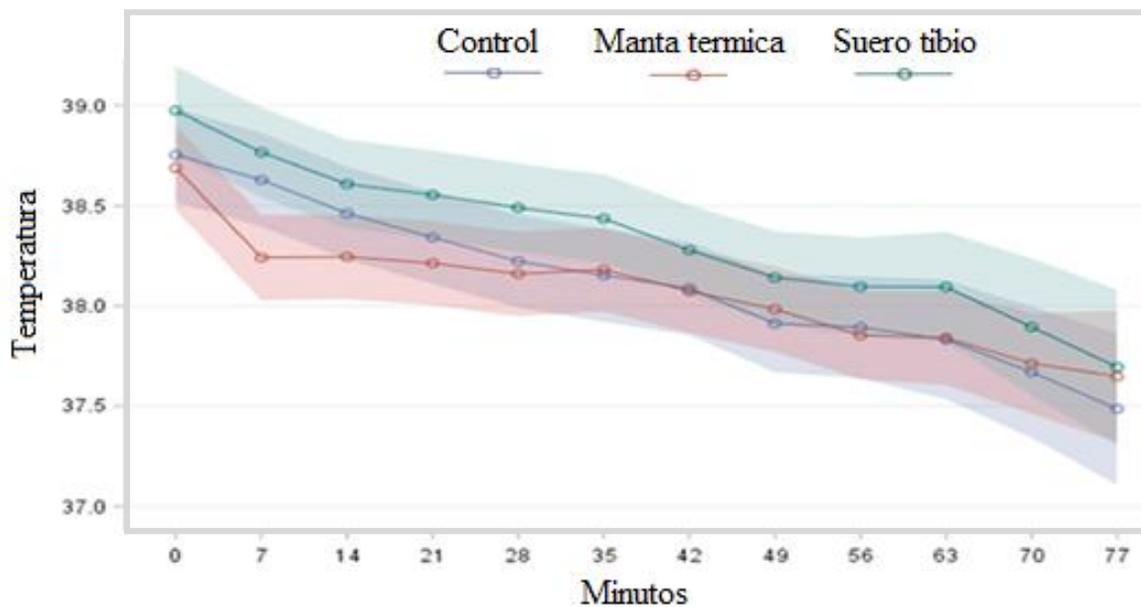


Figura 6. Mínimos cuadrados y su intervalo de confianza para la temperatura a lo largo del tiempo según cada grupo.

Cuadro 4. Mínimos cuadrados de T a lo largo del tiempo según los grupos estudiados.

Grupo	Tiempo (minutos)	Estimado	Error Estándar	IC 95% Inferior	IC 95% Superior
Control	0	38.75	0.12	38.52	38.98
	7	38.63	0.12	38.40	38.86
	14	38.46	0.12	38.23	38.70
	21	38.34	0.12	38.11	38.58
	28	38.22	0.12	37.99	38.46
	35	38.15	0.12	37.92	38.38
	42	38.09	0.12	37.85	38.32
	49	37.91	0.12	37.67	38.15
	56	37.89	0.13	37.64	38.15
	63	37.83	0.15	37.53	38.13
	70	37.67	0.17	37.34	37.99
Manta Térmica	0	38.69	0.11	38.48	38.90
	7	38.24	0.11	38.03	38.46
	14	38.25	0.11	38.03	38.46
	21	38.21	0.11	38.00	38.43
	28	38.16	0.11	37.95	38.37
	35	38.18	0.11	37.97	38.39
	42	38.07	0.11	37.86	38.28
	49	37.98	0.11	37.77	38.20
	56	37.85	0.11	37.63	38.07
	63	37.84	0.12	37.60	38.08
	70	37.71	0.13	37.46	37.96
Suero Tibio	0	38.97	0.11	38.75	39.19
	7	38.76	0.11	38.54	38.99
	14	38.61	0.11	38.38	38.83
	21	38.56	0.11	38.33	38.78
	28	38.49	0.11	38.27	38.71
	35	38.44	0.11	38.23	38.66
	42	38.28	0.11	38.05	38.50
	49	38.14	0.12	37.91	38.38
	56	38.10	0.13	37.85	38.34
	63	38.09	0.14	37.82	38.37
	70	37.89	0.17	37.55	38.24
77	37.69	0.19	37.31	38.08	

Como se aprecia en la gráfica, no hay diferencias significativas entre los grupos ( $P > 0.05$ ). Los tres grupos presentaron una disminución de T notoria, teniendo el grupo 1 una disminución abrupta inicial, misma que se abordara en la discusión, y exhibiendo una temperatura más constante al final del experimento.

Si se toma en cuenta la Figura 7 (que corresponde a la disminución promediada de T para cada grupo de estudio a partir del minuto 7) se observan únicamente las variaciones promedio absolutas de T entre cada grupo a lo largo del tiempo, pues se restó la T inicial y contempla únicamente las variaciones per sé. En este análisis se observa que el grupo 1 presentó un cambio negativo global al final de la cirugía levemente menor al cambio observado en los grupos C y 2, y que los últimos presentaron un comportamiento similar, aunque las diferencias no fueron significativas ( $P > 0.05$ ).

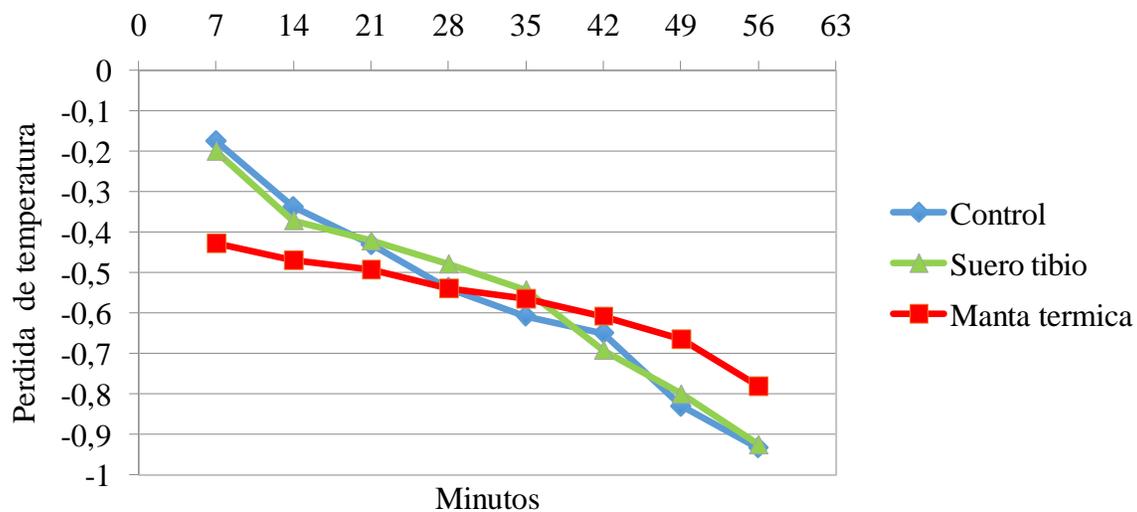


Figura 7. Promedio de disminución de temperatura para cada uno de los protocolos a lo largo del tiempo.

### 3.3. Tiempo de incorporación y tiempo del primer bolo anestésico

El tiempo de incorporación de los pacientes posterior a la última dosis de anestesia es el siguiente: grupo de control  $25.17 \pm 10.23$  minutos, manta térmica  $28.79 \pm 9.82$  minutos y suero tibio  $25.96 \pm 9.80$  minutos. El grupo de manta térmica mostró una ligera prolongación del tiempo de recuperación, pero esta diferencia no fue significativa ( $P = 0.88$ ). Estos valores se presentan de forma gráfica a través de la Figura 8.

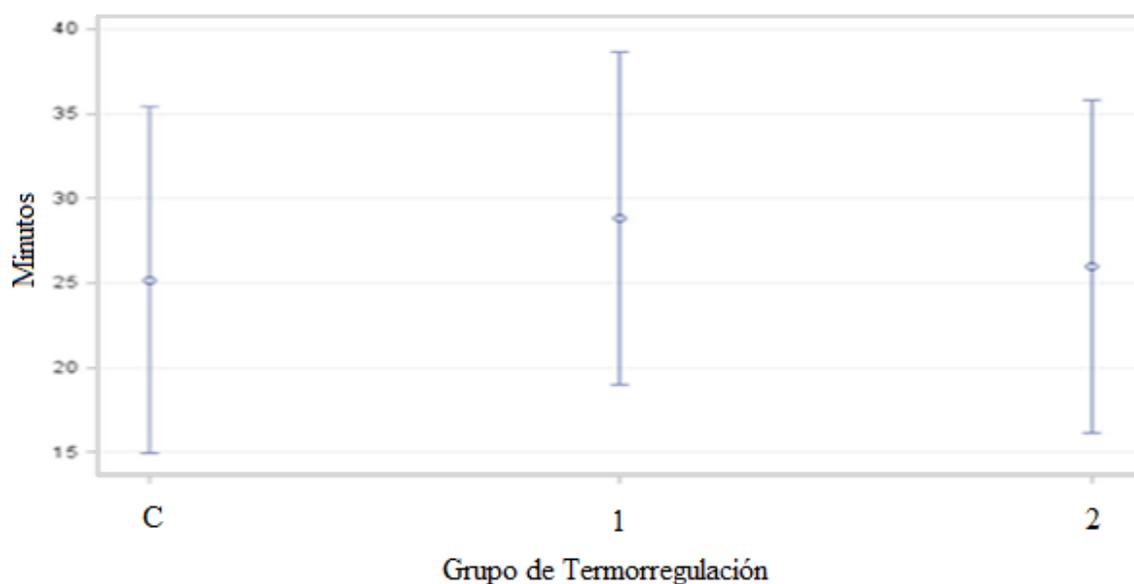


Figura 8. Mínimos cuadrados del tiempo de incorporación luego de la última dosis anestésica.

Por otro lado, los promedios de las repeticiones de dosis de refuerzo necesitadas por cada uno de los grupos de estudio, fueron los siguientes: control  $2.54 \pm 0.33$  dosis, manta térmica  $2.93 \pm 0.33$  dosis, suero tibio  $2.57 \pm 0.21$  dosis. Igualmente se observó una tendencia a requerir más dosis con el uso de la manta térmica ( $P = 0.33$ ).

También se valoró el tiempo transcurrido en minutos desde la primer dosis anestésica del paciente (inducción), y el primer refuerzo anestésico que requirió; obteniendo como resultado los valores de mínimos cuadrados que se detallan a continuación, control  $10.19 \pm 3.77$  minutos, manta térmica  $8.51 \pm 3.62$  minutos y suero tibio  $9.93 \pm 3.61$  minutos, dado que se obtiene un valor de  $P = 0.81$ , su diferencia entre los tres grupos de estudio no fue significativa estadísticamente; sin embargo, en concordancia con el número de dosis usadas, hay una tendencia a que el grupo de manta térmica requirió la segunda dosis más rápidamente que los otros grupos. Gráficamente, esto se puede apreciar en la Figura 9.

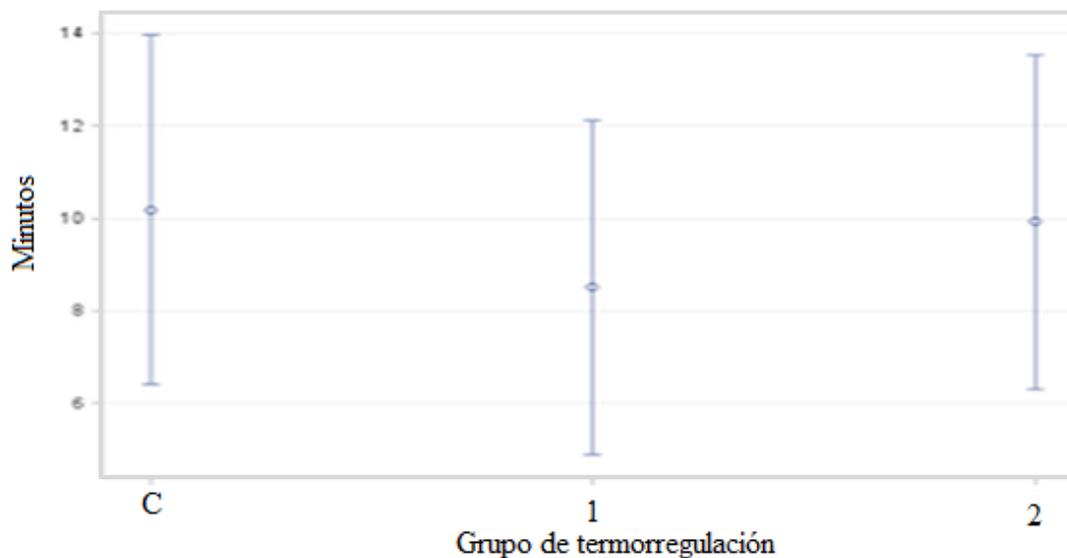


Figura 9. Mínimos cuadrados del tiempo para el primer bolo de refuerzo anestésico.

#### 4. DISCUSIÓN

Para la realización de este estudio, la división de los individuos dentro de sus respectivos conjuntos de análisis, no presentaron diferencias significativas entre sí ( $P > 0.05$ ), para los valores de peso, edad, hematocrito promedio y proteínas totales; por lo que se deriva que como grupos, son estadísticamente homogéneos y comparables entre sí (Manterola y Pineda, 2008).

Basados en lo anterior, se deduce que al contrastar los resultados de los métodos utilizados para controlar activamente la pérdida de calor de los pacientes anestesiados y sometidos a ovariectomía (grupo 1 y 2), contra un grupo control (el cual no tuvo manejo activo para reducir la disminución de temperatura), se puede analizar el efecto de hipotermia que presenta un animal cuando no se utiliza suero intravenoso tibio o la manta térmica para mantener estable su temperatura corporal.

De este modo, cuando un paciente mantiene una temperatura estable, a lo largo de los minutos de anestesia, se demuestra que dicha temperatura se sostiene a través del tiempo por efecto del sistema utilizado para reducir la pérdida de calor transquirúrgica.

A pesar, de la finalidad del estudio, cabe mencionar que por motivos éticos y de bienestar animal, para todos los pacientes involucrados (incluyendo los caninos del grupo control), se mantuvo de forma preventiva una manta térmica apagada debajo de sus cuerpos, para que, en caso de hipotermia (presentarse una T por debajo de los  $35.0^{\circ}\text{C}$ ), se garantizara la seguridad del paciente devolviéndolo a un estado normo-térmico, situación que cabe mencionar, no ocurrió.

En cuanto a los resultados en general, la mayoría de los gráficos presentan los valores obtenidos de los diferentes parámetros evaluados hasta el minuto 56, esto, a pesar que se cuenta con valores de FC y T hasta el minuto 77 para algunos de los pacientes. La decisión de no tomar en cuenta esos datos, es debido a que el n posterior al minuto 56 disminuye para cada medición (ya que eran pocos los pacientes que para ese momento aún se encontraban bajo los efectos de la anestesia en el periodo postoperatorio y previo a la incorporación del cánido), lo que genera que los intervalos de confianza se amplíen mucho en esos intervalos de tiempo y por ende, sean poco confiables.

Los tiempos de incorporación se refieren a ¿cuánto demoró el paciente en considerarse fuera de la anestesia?, según los criterios mencionados en la metodología, en relación a la última dosis anestésica; esto ya que, todos los procedimientos tuvieron una duración diferente, pero en todos se aplicaron repetidos bolos anestésicos para mantener la inconsciencia, analgesia, amnesia y demás de un adecuado proceso anestésico, de esta manera se obtuvo un valor comparable para los tres grupos.

La FC se utilizó en este estudio para realizar una comparación del metabolismo de los pacientes anestesiados; de la misma forma en que lo hizo Haramura y colaboradores (2017) al utilizar las mediciones de FC para determinar el metabolismo aerobio de los sujetos de su estudio. Ya que, como lo mencionan así mismo otros autores como Hall y colaboradores (2001), Tranquilli y colaboradores (2007), la hipotermia, tiene efectos sobre la FC de forma descendente, pues reduce la tasa metabólica basal de un animal, máxime si se toma en cuenta el efecto depresor sobre los centros barorreceptores carotideos (presentes en perros y demás mamíferos) que regulan la frecuencia y gasto cardiaco.

Como ejemplo de esto, tenemos el estudio descrito por Tanaka y colaboradores (2001), quienes obtuvieron una diferencia de FC aproximadamente un 40% menor en el grupo de hipotermia contra el grupo de normotermia (mantenimiento de temperatura con un colchón de aire caliente a 38°C).

Por otro lado, de acuerdo a Mishra y colaboradores (2005), Plumb (2008), Hidayan y colaboradores (2014), Ali y Acharya (2016), Rai y colaboradores (2016), y Sahi y colaboradores (2016), el uso de opioides como el tramadol o el butorfanol, así como la aplicación de epidurales (Liu et al., 1995), tiene entre sus efectos la disminución en la FC (por efecto meramente analgésico al bloquear las fibras nerviosas nociceptivas ante el estímulo doloroso), así como del pulso, la presión arterial, la T corporal (por vasodilatación y redistribución periférica) y supresión del reflejo de temblor o tiriteo; por lo que se esperaría que en los casos donde no esté presente un manejo preventivo y adecuado de la T, se presenten efectos similares, es decir, la disminución de dichos parámetros.

Con base en el planteamiento anterior y las observaciones de Camus y colaboradores (1995) y Tanaka y colaboradores (2001), se puede inferir que ante una FC algo más alta, se podría estar observando un manejo térmico más adecuado y se podría asociar a un mantenimiento del metabolismo basal, lo cual se refleja en este estudio, donde existe la tendencia por parte del grupo control y el grupo 2 (suero tibio intravenoso) a presentar una FC ligeramente menor al grupo de manta térmica, lo cual infiere un mejor efecto en el mantenimiento del metabolismo basal con los pacientes del grupo 1.

Se debe considerar que una de las posibles influencias sobre la FC en este estudio la constituyen los opioides utilizados en los protocolos de Protti (2003). Con el fin de disminuir esta influencia entre los grupos de termorregulación es que los individuos de los

diferentes protocolos anestésicos se distribuyeron homogéneamente entre los grupos de termorregulación. En otras palabras, cada protocolo anestésico incluyó individuos de los tres grupos de termorregulación, permitiendo reducir la interferencia de los diferentes protocolos analgésicos en los resultados obtenidos para este estudio.

Retomando los resultados de FC en general (de los tres grupos), se observa una curva normal, sin diferencias significativas a lo largo del tiempo ( $P = 0.21$ ) donde se inicia con una frecuencia cardiaca elevada en los primeros minutos de anestesia, seguido de una disminución de la misma conforme el paciente se profundiza y a lo largo del tiempo, y posteriormente, cuando se termina el procedimiento quirúrgico y cesa la administración de agentes anestésicos, el animal empieza a subir de plano y la FC retorna a valores cercanos a los iniciales (Tranquilli et al., 2007; Martin et al., 2014).

Cuando se observa la FC según cada grupo de termorregulación a lo largo del tiempo, tanto para la medición promedio (Figura 3) como para la regresión de mínimos cuadrados (Figura 4), de igual manera que con la FC general según los grupos, no se observa tampoco una diferencia significativa ( $P = 0.32$ ) pese a los diferentes manejos y controles de temperatura empleados, y, de igual forma presentan un comportamiento similar a la FC general a lo largo del tiempo en cuanto a demostrar un inicio elevado, seguido de una disminución leve y también una posterior elevación una vez que el procedimiento está llegando a su fin, posiblemente por un efecto de distribución de los agentes anestésicos como lo descrito por Wesolowski y colaboradores (2016), por lo que se puede decir que el metabolismo se está comportando de una manera normal y esperada para un procedimiento anestésico de esta índole.

Pese a lo anterior, se evidencia la tendencia del grupo de manta térmica a presentar una FC ligeramente más alta que las de los grupos de control y suero tibio, y, a pesar de que los intervalos de confiabilidad se sobreponen en varios puntos (Figura 3), presenta los valores más altos de FC para los primeros 42 minutos; esto se podría asociar a un efecto metabólico de la termorregulación (Díaz y Becker, 2010), este efecto biológico como exponen Manterola y Pineda (2008), a pesar de no presentar una significancia estadística, puede representar la diferencia para un paciente o un grupo, ya que tiende a mantener una disminución de T más estable que los otros grupos, ante lo cual, como se ha mencionado en Tranquilli y colaboradores (2007); Muir y colaboradores (2013) y Martin y colaboradores (2014); puede deberse a un grado de actividad metabólica más alto que sopesa el efecto depresor de la ketamina, los opioides o bloqueos epidurales (Camus et al., 1995; Liu et al., 1995; Mishra et al., 2005; Ali y Acharya, 2016; Rai et al., 2016; Sahi et al., 2016), por lo que dicha tendencia podría llevarlos a adquirir los beneficios de una T mayor durante un proceso anestésico: mejor cicatrización, menores tiempos de convalecencia, menor riesgo a infecciones entre otros (Hall et al., 2001; Tranquilli et al., 2007); y en un proceso anestésico corto podría presentar grandes beneficios para el paciente. Así mismo, dichas tendencias podrían ser aún más notorias e incluso alcanzar un grado de significancia  $P < 0.05$  si se contara con un número de muestra mayor (Manterola y Pineda, 2008).

Ahora bien, en cuanto a los resultados obtenidos de las temperaturas rectales medidas a lo largo del proceso anestésico, nos basamos en la Figura 6 y 7, para explicar que el grupo de suero tibio tiene un comportamiento muy similar al del control, mientras que el grupo de manta térmica se caracteriza por un descenso inicial de temperatura muy abrupto ( $0.44^{\circ}\text{C}$ ), pero con una posterior tasa de disminución de temperatura más lenta, que para

los otros dos grupos de la investigación, los cuales exhibieron una disminución inicial de  $0.12^{\circ}\text{C}$  para el grupo control y  $0.19^{\circ}\text{C}$  para el grupo 2.

Dicha disminución abrupta de temperatura, al inicio del tiempo anestésico por parte del grupo 1, se puede explicar como efecto de redistribución de calor en el paciente, debido a la falta de un precalentamiento, como lo explican Camus y colaboradores (1995) y Tanaka y colaboradores (2001).

El precalentamiento del animal previo a la inducción anestésica, representa una forma en la que este fenómeno se podría mitigar, pues asegura que los tejidos ya están calientes a la hora de iniciar el procedimiento como lo recomienda Glosten y colaboradores (1993), Camus y colaboradores (2005), Mishra y colaboradores (2005) y Sahi y colaboradores (2016), de lo contrario, ocurre un reflejo de vasodilatación ante la subida de temperatura que censan y transmiten los receptores de la piel (Cunningham y Klein, 2007), pero que dado que los tejidos adyacentes a los capilares dilatados aún no se han calentado por el fenómeno de la conducción, durante los primeros minutos en lugar de mantener la temperatura corporal, tiende por el contrario a disminuirla, mismo efecto que se observa en Glosten y colaboradores (1993), pero una vez que los tejidos estén calientes, empieza a mantenerse más estable la temperatura, ya que en ese momento se está dando un buen intercambio de calor entre la sangre periférica y la espalda caliente, en vez de una baja de temperatura por redistribución, que fue lo que sucedió y se observa en la Figura 6.

Ahora bien, analizando el comportamiento del grupo de suero tibio, parece contradecir los estudios que hay en medicina humana y veterinaria expuestos por Fildes y colaboradores (1993), Yokoyama y colaboradores (2009), Oshvandi y colaboradores (2014), en los que ellos indican que la infusión de fluidos intravenosos calentados a  $37^{\circ}\text{C}$

puede presentar diferencias de temperatura cercanas a los  $0.5^{\circ}\text{C}$  más calientes que los grupos de control que analizaron. Dicha diferencia, con respecto a este estudio, se podría explicar si partimos del hecho de la diferencia en cuanto la tasa de infusión, pues si se considera un humano promedio con un peso de 75 Kg, esto representaría (a la tasa de infusión utilizada en este estudio de 10 ml/Kg/h) un volumen de 750 ml en una hora, que es equivalente a 12.5 ml o 250 gotas por minuto, versus un canino de un peso máximo 20 Kg que representa 3.33 ml o 66.6 gotas por minuto (y la mitad para un canino de mínimo 10 Kg). Es decir, esa diferencia en la velocidad de infusión (más lenta en el caso de este proyecto) podría permitir un enfriamiento del suero al atravesar el infusor, pese a utilizar el método planteado por Dix (2006) de recubrirlo de papel aluminio para generar un efecto aislante.

Ante esta incógnita, se realiza una prueba *in vitro*, posterior a la obtención y análisis de los resultados, donde se determinó que a la tasa de infusión de 10 ml/Kg/h utilizada para un animal de 20 Kg, la T del suero tibio cae de los  $37^{\circ}\text{C}$  (a los que se encontraba la bolsa de fluidos) a valores de T ambiental para el momento en que el suero sale por el acople del infusor. Dicha temperatura se midió con un monitor multiparámetros marca Mindray perteneciente al HEMS, cuya resolución de medición de T es de  $0.1^{\circ}\text{C}$  y tiene un margen de error de  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$  (de acuerdo al fabricante).

Relacionado a esto, existe un estudio perteneciente a Fildes y colaboradores (1993) donde ellos le administraron a caninos raza beagle suero muy caliente ( $65^{\circ}\text{C}$ ) o suero caliente ( $38^{\circ}\text{C}$ ) por una vía central a una tasa de infusión del 80% del volumen circulante por hora, obteniendo un promedio de  $2.9^{\circ}\text{C}$  y  $1.25^{\circ}\text{C}$  de aumento de T por hora respectivamente (aunque con daño consecuente del tejido sanguíneo con el uso del suero a

65°C, según lo constataron por medio de necropsia en su propio estudio), lo cual reafirma la idea de que la velocidad de infusión influye en la medida en que la T del suero tiene relación directa con la efectividad del manejo contra la hipotermia a través de un protocolo de suero tibio, dicho de otra forma, los fluidos pueden estar muy por encima de la temperatura corporal pero si no ingresan lo suficientemente rápido al organismo, se van a enfriar en el circuito de infusión y no generarán una diferencia en la temperatura del animal, como ocurrió con el grupo 2 del protocolo de suero tibio de este estudio.

Siendo así, se podría considerar que la posibilidad de aumentar la tasa de infusión del suero tibio intravenoso en el paciente (para prevenir la pérdida de calor que ocurre en el infusor), es un buen método compensatorio; sin embargo, no es así, ya que de acuerdo a las recomendaciones de Davis y colaboradores (2013), en cuanto a la tasa de infusión de fluidos, indican que hay que ser cuidadosos, pues no se debería de incurrir en una tasa superior a los 10 ml/Kg/h en pacientes normovolémicos ya que se puede ocasionar alteraciones como edema pulmonar, sobrecarga vascular, hipomotilidad intestinal, efusión pleural, desbalances electrolíticos, entre otros.

Posiblemente la mejor manera de obtener resultados positivos con el suero tibio sea manteniendo el set de infusión en baño María a 37°C, en vez de calentar el suero de la bolsa.

Para la T corporal general a lo largo del tiempo se obtuvo una diferencia muy significativa  $P < 0.0001$ , lo cual para cualquier procedimiento anestésico es esperable debido a la inhibición de los centros de control de la T corporal (Tansey y Johnson, 2015), a la disminución en la actividad muscular y metabólica en general (Hall et al., 2001;

Fossum et al., 2007; Tranquilli et al., 2007; Muir et al., 2013; Martin et al., 2014; Haramura et al., 2017) que se encargan de mantener dicha T en el rango normal para un individuo.

Cuando se estratifica la pérdida de temperatura a lo largo del tiempo en los grupos estudiados, se observa que los tres presentan una tendencia similar en cuanto a que todos tienden a disminuir, no se obtienen diferencias significativas entre los grupos  $P = 0.11$ , aunque al analizar los datos del grupo de la manta térmica se aprecia una tendencia a que el cambio neto de T al inicio y al final del procedimiento es menor en comparación con los otros grupos, mismo efecto que en Glosten y colaboradores (1993) se describe y que en Shao y colaboradores (2012) alcanza una diferencia significativa entre los pacientes que se realiza control y prevención de la hipotermia contrastado a los que no se manejan de esta forma.

Se estima, que bajo las condiciones de este estudio, si se extendiese el proceso quirúrgico y su anestesia, manteniendo las tendencias de la disminución de T corporal observadas, a lo largo de aproximadamente tres horas, se hubiese alcanzado un estado hipotérmico para los grupos de control y suero tibio intravenoso, contrario a la temperatura más constante que mantendría el grupo de manta térmica, esto sin tomar en cuenta que algunos hospitales o clínicas utilizan aires acondicionados a temperaturas bajas, como en Shao y colaboradores (2012) que mantienen los quirófanos a  $23^{\circ}\text{C}$ , lo cual podría acelerar aún más la pérdida de temperatura corporal por parte de los individuos.

Al evaluar el tiempo que hubo desde la inducción anestésica hasta el primer bolo de refuerzo en cada paciente, se obtiene una regresión de mínimos cuadrados que si bien tampoco denota una diferencia significativa, nuevamente se observa una tendencia del grupo de manta térmica a presentar un valor e intervalo de confianza ligeramente menor al

de los pacientes de los grupos control y suero tibio, los cuales requirieron más tiempo para el segundo bolo; coincidiendo con la mayor cantidad de dosis anestésicas requeridas por un metabolismo más activo, lo cual de acuerdo a lo mencionado en Wesolowski y colaboradores (2016) lleva a un periodo de depuración más largo de los agentes anestésicos.

Mientras que para el grupo 2 y control, al no presentar un estímulo termogénico y potencialmente ir encaminado a la hipotermia, se podrían estar viendo beneficiados por los efectos metabólicos de requerimientos menores de anestesia como lo que se ha mencionado en Thurmon y colaboradores (2003) y Tranquilli y colaboradores (2007), siendo que (como ya se ha planteado) el posible efecto de la analgesia ya se encuentra distribuido a lo largo de todos los grupos de termorregulación y por tanto, no es un factor que condicione los resultados.

Tomando los datos en conjunto se observa que el poder estadístico del estudio se vio limitado al tener que excluir algunos pacientes, con el fin de homogenizar el tamaño de los individuos de estudio. Ello explica en gran parte la falta de diferencias significativas, en otras palabras, el estudio no logró tener el número de muestra requerido para encontrar valores de  $P < 0.05$ . También se debe tener en cuenta que el procedimiento quirúrgico no fue tan prolongado como para llegar a inducir hipotermia.

Además, es importante resaltar que uno de los distractores fue la forma en que se infundió el suero tibio, tal como se discutió arriba, el experimento in vitro mostró que no llega realmente a  $37^{\circ}\text{C}$  al paciente, por lo que el tratamiento finalmente fue similar al grupo control. Sin embargo, las tendencias observadas en las variables analizadas muestran algunas coincidencias lógicas.

Por ejemplo, el grupo de manta térmica tendió a presentar una menor caída neta de temperatura y una mayor frecuencia cardiaca, al tiempo que tendió a requerir más dosis anestésicas y el primer refuerzo anestésico lo requirió en menor tiempo. Ello en conjunto apunta a que el metabolismo basal se mantiene más alto, por lo que el consumo de anestésico va a ser mayor. Si en promedio se utilizó un poco más de anestesia, también es coincidente que requiriese de mayor tiempo para la recuperación, ya que, aunque el metabolismo sea ligeramente mayor, la redistribución tisular afectará el tiempo de recuperación en caso de haber utilizado más bolos anestésicos. Es importante mencionar que se debe tomar en cuenta estos aspectos para determinar si es necesario utilizar una manta térmica en intervenciones quirúrgicas de corta duración con bajo riesgo de hipotermia, ya que se estaría utilizando más agente anestésico y prolongando el tiempo de recuperación innecesariamente. No obstante, para aclarar estos asuntos es importante realizar un estudio que incluya un mayor número de muestra para lograr mayor poder estadístico.

## 5. CONCLUSIONES

1. Ningún grupo llegó a un estado de hipotermia, por lo que no se puede evaluar la capacidad de prevención de las distintas técnicas utilizadas. Tampoco se evidenció una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos con relación al descenso neto de temperatura durante el procedimiento, únicamente tendencias, lo cual confirmaría la hipótesis nula. Aunque es posible que incluyendo un mayor número de individuos y un procedimiento anestésico más prolongado se puedan encontrar diferencias significativas entre los grupos de estudio.
2. El tiempo de incorporación no difirió de uno a otro protocolo, en parte nuevamente por el tamaño de la muestra, pero se dejó ver una tendencia del grupo de manta térmica a tener tiempos más largos de incorporación, lo cual se relacionó con tener un metabolismo ligeramente más activo que los otros dos grupos, lo cual influyó en los requerimientos anestésicos mayores que mostraron.
3. No se observaron diferencias significativas de la temperatura entre los dos protocolos empleados.
4. Al comparar los dos protocolos con el grupo control se observó que el grupo de suero tibio tuvo un comportamiento similar al grupo control mientras que el grupo de manta térmica inicialmente presentó una caída abrupta en temperatura y luego se mantuvo algo más estable que el grupo control en cuanto a la pérdida de temperatura. Más ninguno de los dos grupos tuvo diferencias significativas respecto del grupo control.
5. No se determinaron diferencias significativas entre los grupos ( $P > 0.05$ ), mas la literatura indica que tanto el suero como la manta térmica debieron de diferir del grupo control de manera significativa, pese a ello en este estudio únicamente se observaron

tendencias del grupo de manta térmica, lo cual ameritaría un estudio con una potencia mayor para evaluar dichos efectos predichos por la literatura.

## 6. RECOMENDACIONES

A menos que deliberadamente se busque la hipotermia por alguno de los beneficios que esta otorga, siempre será recomendable usar algún método de prevención de la misma. No obstante, se debe tomar en cuenta si en procedimientos con bajo riesgo de hipotermia es necesario el uso de manta térmica, ya que se podría aumentar la cantidad de anestésico requerido y, con ello, prolongar innecesariamente el tiempo de recuperación.

Se recomienda realizar un segundo estudio con una población mayor y en un procedimiento de mayor duración donde se utilicen métodos que favorezcan la hipotermia, como lo podría ser un procedimiento ortopédico de miembros inferiores donde se realice la aplicación de una epidural.

Asimismo, se sugiere considerar para dicho estudio, un grupo en donde se realice un precalentamiento del paciente y uno donde no se realice precalentamiento, ambos bajo el mismo régimen de termorregulación de manta térmica para evidenciar una posible diferencia significativa en cuanto al manejo de una normotermia perioperatoria.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ali, S. & M. Acharya. 2016. Comparative study of tramadol with that of butorphanol for the control of shivering in patients undergoing neuraxial blockade. *Int J Med Res Prof*, Vol. 2: 50-55.
- Arias, J., M. Aller, E. Fernández, J. Arias, & L. Lorente. 2004. *Propedéutica quirúrgica: preoperatorio, operatorio y postoperatorio*. Editorial Tébar, España.
- Baptista, W., K. Rando & G. Zunini. 2010. Hipotermia perioperatoria [en línea]. *Anest Analg Reanim*. Vol. 23 (2): 24-38 [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S1688-12732010000200004&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S1688-12732010000200004&script=sci_arttext) (Consulta 01 may. 2016)
- Bausell, R. & Y. Li. 2002. *Power analysis for experimental research: a practical guide for the biological, medical and social sciences*. Cambridge University Press, Reino Unido.
- Camus, Y., E. Delva, D. Sessler & A. Lienhart. 1995. Pre-induction skin-surface warming minimizes intraoperative core hypothermia. *J Clin Anesth*, Vol. 7: 384-388.
- Chowdhury, T., H. Prabhakar, S. Bharati, K. Goyal, S. Dube & G. Singh. 2012. Comparison of propofol versus sevoflurane on thermoregulation in patients undergoing trans sphenoidal pituitary surgery: A preliminary study. *Saudi Journal of Anesthesia*, 6(1): 12-15
- Cohen, J. 1988. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2a ed. Laurence Erlbaum Associates, EE. UU.
- Cunningham J. & B. Klein. 2007. *Textbook of veterinary physiology*. 4<sup>a</sup> ed. Saunders Elsevier, EE.UU.

- Davis, H., T. Jensen, A. Johnson, P. Knowles, R. Meyer, R. Rucinsky & H. Shafford. 2013. 2013 AAHA/AAFP fluid therapy guidelines for dogs and cats. *JAAHA* Vol. 49: 149-159.
- De Aluja, A. 2011. Bienestar animal en la enseñanza de Medicina Veterinaria y Zootecnia: ¿Por qué y para qué?. *Vet. Mex.* Vol. 42(2): 137-147
- Díaz, M., & D. Becker. 2010. Thermoregulation: Physiological and clinical considerations during sedation and general anesthesia. *Anesth. Prog.* Vol. 57: 25–33.
- Dix, G., A. Jones, T. Knowles & P. Holt. 2006. Methods used in veterinary practice to maintain the temperature of intravenous fluids. *Vet. Rec.* 159: 451-56
- Ettinger, S. & E. Feldman. 2010. Textbook of veterinary internal medicine. 7<sup>a</sup> ed. Saunders Elsevier, EE.UU.
- Fildes, J., C. Sheaff & J. Barrett. 1993. Very hot intravenous fluids in the treatment of hypothermia. *J Trauma*, Vol. 35: 683-687.
- Fossum, T., C. Hedlund, A. Johnson, K. Shulz, H. Seim III, M. Willard, A. Bahr & G. Carroll. 2007. Small animal surgery. 3<sup>a</sup> ed. Saunders Elsevier, EE.UU.
- Glosten B., J. Hynson, D. Sessler & J. McGuire. 1993. Preanesthetic skin-surface warming reduces redistribution hypothermia caused by epidural block. *Anest. Analg.*, 77: 488-93
- Hall, L., K. Clarke & C. Trim. 2001. Veterinary anaesthesia. W. B. Saunders, Reino Unido.
- Haramura, M., Y. Takai, T. Yoshimoto, M. Yamamoto & H. Kanehisa. 2017. Cardiorespiratory and metabolic responses to body mass-based squat exercise in young men. *J. Physiol. Anthropol.* Vol. 36: 14.

- Harari, J. 2004. Small animal surgery secrets: questions and answers reveal the secrets to the principles and practice of small animal surgery. Hanley & Belfus. EE. UU.
- Hidayan, M., C. Liu & O. Joanna. 2014. Ketamine and tramadol for the prevention of shivering during spinal anaesthesia. Clin Ter, Vol. 165: 193-198.
- Liu, S., R. Carpenter & J. Neal. 1995. Epidural anaesthesia and analgesia: Their role in postoperative outcome. Anesthesiol Vol. 6: 1474-1506.
- Manterola, C. & V. Pineda. 2008. El valor de “p” y la “significación estadística”, Aspectos generales y su valor en la práctica clínica. Rev. Chil. Cir. Vol. 60: 86-89.
- Martin, L., G. Dissen, M. McPike & A. Brambrink. 2014. Effects of anesthesia with isoflurane, ketamine, or propofol on physiologic parameters in neonatal rhesus macaques (*Macaca mulatta*). J. Am. Assoc. Lab. Anim. Sci. Vol. 53: 290-300.
- Meneses, A. & L. Bouza. 2014. Manual de hematología y química clínica en medicina veterinaria. EUNA, Costa Rica.
- Mishra, L., K. Dev & G. Sinha. 2005. Butorphanol in a case of post-anaesthesia shivering following posterior fossa surgery. Indian J Anaesth, Vol. 49: 505-507.
- Muir, W., J. Hubbell, R. Bednarski & P. Lerche. 2013. Handbook of veterinary anesthesia. 5<sup>a</sup> ed. Mosby Elsevier, EE.UU.
- Nelson, R. & C. Couto. 2013. Small animal internal medicine. 5<sup>a</sup> ed. Mosby Elsevier, EE. UU.

- Oshvandi, K., F. Shiri, M. Fazel, M. Safari & A. Ravari. 2014. The effect of pre-warmed intravenous fluids on prevention of intraoperative hypothermia in cesarian section. *Iran J Nurs Midwifery Res*, Vol. 19: 64-69.
- Plumb, D. 2008. *Plumb's veterinary drug handbook*. 6<sup>a</sup> ed. Blackwell, EE.UU.
- Protti, K. 2013. Comparación entre cuatro protocolos analgésicos en ovariectomías en caninos anestesiados con ketamina-midazolam. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional, Heredia, C.R.
- Rai, S., S. Verma, H. Pandey, P. Yadav & A. Patel. 2016. Role of butorphanol and ondasetron premedication in reducing postoperative shivering after general and spinal anesthesia: A randomized comparative study from north India. *Anaesth Essays Res*, Vol. 10: 319-323.
- SAS Institute Inc. 2016. *SAS® 9.4 SQL Procedure User's Guide*. 4<sup>a</sup> ed. Cary, Estados Unidos.
- Shao, L., H. Zheng, F. Jia, H. Wang, L. Liu, Q. Sun, M. An, X. Zhang & H. Wen. 2012. Methods of patient warming during abdominal surgery [en línea]. *J. Plos* Vol. 7: e39622 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3394771/> (Consulta 09 Feb 2017)
- Slatter, D. 2006. *Tratado de cirugía en pequeños animales*. 3<sup>a</sup> ed. Inter-Medica, Argentina.
- Tanaka, M., G. Nagasaki & T. Nishikawa. 2001. Moderate hypothermia depresses arterial baroreflex control of heart rate during, and delays its recovery after, general anesthesia in humans. *Anesthesiology*, Vol. 95: 51-55.
- Tansey, E. & C. Johnson. 2015. Recent advances in thermoregulation. *Adv. Physiol. Educ.* 39 139-148

- Thurmon, J., W. Tranquilli & G. Benson. 2003. Fundamentos de anestesia y analgesia en pequeños animales. Masson, España.
- Tranquilli, W., J. Thurmon & K. Grimm. 2007. Lumb & Jones' veterinary anesthesia and analgesia. 4<sup>a</sup> ed. Blackwell, EE.UU.
- Torres, L. 2001. Tratado de anestesia y reanimación tomo II. Aran ediciones, España.
- Vanegas, A. 2008. Anestesia intravenosa. 2<sup>a</sup> ed. Editorial Médica Panamericana. Colombia.
- Vélez, H., W. Rojas, J. Borrero & J. Restrepo. 2004. Fundamentos de medicina: hematología. 6<sup>a</sup> ed. CIB, Colombia.
- Wayne, D. & C. Chad. 2013. Biostatistics: A Foundation for Analysis in the Health Sciences. 10<sup>a</sup> ed. Wiley, Estados Unidos.
- Wesolowski, C., M. Wesolowski, P. Babyn & S. Wanasundara. 2016. Time varying apparent volume of distribution and drug half-lives following intravenous bolus injections [en línea]. J. Plos Vol. 11: e0158798. <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0158798> (Consulta 31 Ene 2017)
- Yokoyama, K., M. Suzuki, Y. Shimada, T. Matsushima, H. Bito & A. Sakamoto. 2009. Effect of administration of pre-warmed intravenous fluids on the frequency of hypothermia following spinal anaesthesia for cesarean delivery. J Clin Anesth, Vol. 21: 242-248



**ANEXO 2****Hoja de toma de datos generales del paciente**

Nº de Caso: PV - \_\_\_\_ - \_\_\_\_ - 13

**INFORMACIÓN GENERAL**

Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/13 Hora: \_\_\_\_ Organización: \_\_\_\_\_

Persona Responsable: \_\_\_\_\_ Tel: \_\_\_\_\_

**INFORMACIÓN DEL PACIENTE:**Paciente: \_\_\_\_\_ Sexo: F Raza: SRD Edad: \_\_\_\_\_ Especie: Canino

Peso: \_\_\_\_\_ FC: \_\_\_\_\_ FR: \_\_\_\_\_ MM: \_\_\_\_\_ Tº: \_\_\_\_\_ % DH: \_\_\_\_\_ Ll. Cap: \_\_\_\_\_

Historia: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**EXÁMENES COLATERALES:**

Microhematocrito: \_\_\_\_\_% / \_\_\_\_\_% Prot. Totales: \_\_\_\_\_ g/dl

**GRUPO PROTOCOLARIO:** \_\_\_\_\_**COMENTARIOS:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_