



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

“ REVISIÓN SISTEMÁTICA DE PROTOCOLOS PARA PREVENIR LA  
HIPOTERMIA EN PACIENTES CANINOS SOMETIDOS A  
PROCEDIMIENTOS BAJO ANESTESIA GENERAL, A NIVEL MUNDIAL ”

AUTOR

Mishell Estefanía Boada Erazo

AÑO

2020



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

“REVISIÓN SISTEMÁTICA DE PROTOCOLOS PARA PREVENIR LA  
HIPOTERMIA EN PACIENTES CANINOS SOMETIDOS A PROCEDIMIENTOS  
BAJO ANESTESIA GENERAL, A NIVEL MUNDIAL”

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos  
establecidos para optar por el título de Médico Veterinario y Zootecnista.

Profesor Guía

MSc. Francisco Javier Jaramillo Cisneros

Autor

Mishell Estefanía Boada Erazo

Año

2020

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

“Declaro haber dirigido el trabajo, Revisión Sistemática de protocolos para prevenir la hipotermia en pacientes caninos sometidos a procedimientos bajo anestesia general, a nivel mundial , a través de reuniones periódicas con la estudiante Mishell Estefanía Boada Erazo, en el semestre 202020-10, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.



---

Francisco Javier Jaramillo Cisneros  
Médico Veterinario y Zootecnista  
CI. 1711695849

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

"Declaro haber revisado este trabajo, Revisión Sistemática de protocolos para prevenir la hipotermia en pacientes caninos sometidos a procedimientos bajo anestesia general, a nivel mundial, de la estudiante Mishell Estefanía Boada Erazo, en el semestre 202020 - 10, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".



---

Santiago David Prado Chiriboga  
Médico Veterinario y Zootecnista  
CI. 1717547457

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”



---

Mishell Estefanía Boada Erazo

CI. 1724927205

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por la fortaleza, amor y sabiduría que me ha regalado durante el camino hacia esta meta; a mis padres Mónica y Miguel por el gran esfuerzo, amor y apoyo incondicional que me han brindado para culminar con la carrera que tanto me apasiona; a mi hermano Daniel por ser mi ejemplo a seguir.

A mis amigas Katty, Michelle, Eliana, Sofía y a mis amigos Kevin, Josué y Daniel por su ayuda y palabras de aliento durante el transcurso de mi carrera.

A mi tutor el Dr. Francisco Jaramillo, por brindarme su conocimiento, paciencia y tiempo en la realización de mi trabajo de titulación.

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este trabajo a Dios por su amor infinito y sus bendiciones hacia mi familia y a mi; a mis padres, por el gran esfuerzo y sacrificio que han hecho para que pueda alcanzar esta meta y por estar conmigo en cada etapa de mi vida.

## RESUMEN

La hipotermia es una de las complicaciones más comunes en pacientes que se encuentran bajo anestesia general en clínicas y hospitales veterinarios, esta complicación trae consigo efectos negativos en el sistema cardiorrespiratorio, gastrointestinal, renal y otros sistemas, que comprometen al paciente y lo pueden llevar inclusive hasta la muerte; por este motivo se realizó la presente revisión sistemática sobre protocolos para prevenir la hipotermia en pacientes caninos sometidos a procedimientos bajo anestesia general. Este trabajo tiene el fin de contribuir con la medicina veterinaria de especies menores mediante la recopilación de evidencia e identificación de los métodos térmicos con mayor efectividad; para su desarrollo se tomó ensayos clínicos publicados desde el año 2000 hasta el año 2020 en español e inglés, los cuales fueron recopilados aplicando términos MeSH y no MeSH junto con operadores booleanos en bases de datos como PubMed y Google Scholar. A través de la metodología PRISMA y la plataforma de Fichas de Lectura Crítica 3.0, se obtuvieron finalmente nueve ensayos clínicos que cumplieron con los criterios de selección. Con base a los resultados obtenidos, se identificó que la manta de aire forzado caliente es el único método que al aplicarlo solo, es efectivo en la prevención de la hipotermia intraoperatoria; por otro lado, la colchoneta eléctrica, las almohadillas de gel, la manta reflectante y la luz infrarroja, son soportes efectivos en el control de temperatura siempre y cuando se utilicen en conjunto con otros métodos; por ello, se recomienda la implementación de protocolos térmicos específicos para cada paciente; así mismo, se ha identificado que los fluidos calientes para artroscopia y la infusión de aminoácidos en conjunto con un soporte pasivo (manta de espuma) son métodos con una efectividad baja en la prevención de la hipotermia perioperatoria en caninos.

**Palabras claves:** caninos, protocolos, hipotermia, anestesia general.



## ABSTRACT

Hypothermia is one of the most common complications encountered in patients undergoing surgery with anesthesia in veterinary clinics and hospitals. It might cause problems in the cardiorespiratory, gastrointestinal, and renal systems, compromising the patient's wellbeing and, in some cases, it can be the cause of death. In this thesis, a systematic review of the state-of-the-art protocols used in preventing hypothermia in canine patients during surgery is presented. The objective is to advance the knowledge of the veterinary medicine of small animals by providing a comprehensive overview of all the techniques, a thorough comparison of the most important ones, and by identifying the most promising ones. To this end, publications of clinical trials in both Spanish and English journals were considered from the year 2000 until 2020. The searching strategy considered both MeSH and no-MeSH terms along with Boolean operators. The latter was applied to two databases: Google Scholar and PubMed. Using the methodology PRISMA as well as Lectura Crítica 3.0, nine clinical trials, which met the selection criterion, were identified. From the analysis of these trials, it was found that the method known as the *forced hot-air blanket* is the only one that can be used in standalone mode and is effective in preventing perioperative hypothermia. Other effective methods that were identified are the *gel pads*, *infrared light*, and the *survivor blanket*. However, these methods are effective only if used together with further thermal support systems, passive or active. Hence, specific thermal protocols, tailored to each patient, are recommended when using these techniques. Finally, it was found that *warm irrigation fluids* and *infusion of amino acids with passive thermal support systems* are not very effective in preventing perioperative hypothermia in canines.

**Keywords:** canines, protocols, hypothermia, general anesthesia.

## ÍNDICE

<b>1.CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1.Objetivo General:.....	3
1.2. Objetivos Específicos: .....	3
1.3. Pregunta de Investigación .....	3
<b>2.CAPITULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>4</b>
2.1. Termorregulación: .....	4
2.1.1. Termorregulación refleja o autónoma .....	4
2.1.2. Termorregulación por conducta o comportamiento .....	5
2.2. Hipotermia: .....	6
2.2.1 Tipos de hipotermia.....	6
2.2.1.1 Hipotermia Primaria.....	6
2.2.1.2 Hipotermia Secundaria .....	6
2.2.2 Hipotermia Peri operatoria: .....	7
2.2.2.1 Primera Fase: .....	8
2.2.2.2 Segunda Fase: .....	8
2.2.2.3 Tercera Fase: .....	9
2.2.3 Efectos Negativos de la Hipotermia: .....	9
2.3. Transferencia de calor .....	11
2.4 Protocolo Térmico: .....	11
2.4.1 Soportes Térmicos : .....	12
2.4.1.1 Soporte Térmico Pasivo Superficial: .....	12
2.4.1.2 Soporte Térmico Activo Superficial .....	12
2.4.1.3 Soporte Térmico Activo Profundo.....	13
<b>3.CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>15</b>
3.1 Delimitación Geográfica: .....	15
3.2. Selección de bases de datos:.....	15
3.2.1 Pubmed.....	15

3.2.2 Google Scholar .....	15
3.3 Materiales .....	16
3.4 Metodología .....	16
3.4.1 Descripción de metodología.....	16
3.4.2 Términos .....	17
3.4.3 Operadores Lógicos o Booleanos.....	17
3.4.4 Fórmula de búsqueda .....	18
3.4.5 Criterios de Selección .....	19
3.4.5.1 Criterios de Inclusión o Elegibilidad:.....	19
3.4.5.2 Criterios de Exclusión:.....	19
3.5 Análisis Crítico.....	19
<b>4.CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>21</b>
4.1. Resultados y Discusión .....	21
4.1.1 Diagrama de flujo de PRISMA .....	21
4.1.1.1 Identificación .....	22
4.1.1.2 Cribado .....	22
4.1.1.3 Elegibilidad .....	22
4.1.1.4 Inclusión .....	23
4.1.2 Características generales de los pacientes de estudio.....	24
4.1.3 Evaluación de la calidad de los artículos .....	24
4.1.4 Protocolos Térmicos .....	25
4.1.4.1 Pre calentamiento.....	26
4.1.4.2 Almohadillas de Gel.....	27
4.1.4.3 Manta reflectante.....	28
4.1.4.4 Luz Infrarroja .....	30
4.1.4.5 Colchoneta Eléctrica.....	32
4.1.4.6 Manta de aire caliente forzado (FAW).....	33
4.1.4.7 Fluidos Calientes .....	35
4.1.4.8 Infusión de Aminoácidos. ....	36
<b>5. CAPITULO V: CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN .</b>	<b>40</b>

5.1 Conclusiones: .....	40
5.2 Recomendaciones: .....	40
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>42</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de Flujo PRISMA..	16
Figura 2. Fórmula corrida en base de datos PubMed	18
Figura 3. Fórmula corrida en Google Scholar	18
Figura 4. Tabla de Evaluación de calidad de estudios	20
Figura 5. Diagrama de flujo PRISMA	21
Figura 6. Número total de artículos obtenidos en cada base de datos	23
Figura 7. Resumen de la evaluación de la calidad de los artículos....	24
Figura 8. Calidad obtenida de los artículos	25

## 1. CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Las desviaciones peri operatorias de la normo termia son comunes, siendo la hipotermia el trastorno térmico predominante (Lenhardt, 2010). Se denomina hipotermia en caninos, cuando la temperatura es inferior a 37 grados centígrados (Davies,2012). Existen varias causas que dan paso a la presencia de hipotermia en los pacientes, puede ser una exposición ambiental, trauma, protocolo anestésico, tratamiento farmacológico o puede presentarse como secundario de alguna enfermedad (Brodeur, Wright y Cortes, 2017). En pacientes de medicina humana y veterinaria tiene una prevalencia de presentación de sesenta a noventa por ciento (Posner, 2007).

Existen varias causas que inducen a hipotermia peri operatoria en los pacientes, en primer instante está la administración anestésica que reduce las respuestas termorreguladoras. Los anestésicos cumplen la función de deprimir el sistema nervioso central afectando directamente al hipotálamo y por ende a la sensibilidad y respuesta de este en relación a los cambios de temperatura corporal (Seymour y Gled, 1999). En segundo instante, el tamaño del paciente es un factor que afecta de igual manera la temperatura ya que entre menor tamaño se llega a perder calor fácilmente por la relación entre área superficial y volumen (Muir,2008). Como tercero, la edad del paciente es un factor importante para la termorregulación, ya que en los animales jóvenes este mecanismo se encuentra muy poco desarrollado, a demás cuentan con muy poca grasa corporal. En animales geriátricos, por otro lado, este mecanismo se encuentra debilitado ( Murison,2001).

La hipotermia peri operatoria aumenta la probabilidad de presentación de efectos provenientes de la anestesia tales como depresión del sistema cardiorrespiratorio que incluye hipoventilación alveolar, gasto cardíaco reducido, disritmias, también disminuye la funcionalidad enzimática, metabólica, aumenta las probabilidades de hemorragia y otras complicaciones

que representan un alto riesgo de vida para el paciente (Robertson ,2015). Se conoce que la mortalidad peri operatoria asociada a anestesia en perros sanos corresponde a 0,17 porciento mientras que en perros enfermos a 1,33 porciento (Brodbelt,2008). Es importante tener en cuenta que el cambio de temperatura puede llegar a afectar el posoperatorio del paciente, al aumentar el tiempo de recuperación anestésica, de cicatrización de la herida y la probabilidad de infección (Pottie, Dart, Perkins y Hodgson, 2007).

Existen diversos protocolos de calentamiento que se utilizan en medicina humana para mantener la normotermia perioperatoria, estos poco a poco se han ido estudiando en veterinaria, sin embargo, según Robertson (2015) este es un campo que no está completamente desarrollado ni conocido para todas las especies y que aún genera gran incertidumbre en medicina humana y veterinaria. El impacto negativo de la hipotermia en gran medida aún es subestimado por algunos médicos veterinarios y es un parámetro que por lo general no se registra durante una cirugía (Robertson,2015).

El propósito de esta investigación, es recopilar toda la evidencia posible sobre protocolos de prevención de hipotermia perioperatoria en caninos mediante una revisión sistemática que se realizará a través de la metodología de PRISMA. Esta revisión sistemática tiene como fin contribuir con la medicina veterinaria de especies menores ya que si bien estos protocolos han sido aplicados en caninos, se puede en un futuro estudiarlos y aplicarlos en más de una especie.

### **1.1 Objetivo General:**

Realizar una revisión sistemática sobre protocolos de prevención de hipotermia en caninos a nivel mundial mediante el uso de metodología PRISMA en bases de datos con el fin de contribuir con la medicina veterinaria de especies menores.

### **1.2 Objetivos Específicos:**

- Realizar una búsqueda de artículos que cumplan los criterios de selección a través del uso de metodología PRISMA en dos bases de datos.
- Evaluar la calidad de los artículos encontrados a partir de los indicadores expuestos en la plataforma Fichas de Lectura Crítica 3.0.
- Identificar los métodos efectivos para la prevención de la hipotermia con base en los resultados recabados.

### **1.3 Pregunta de Investigación**

¿Cuáles son los métodos más efectivos para prevenir la hipotermia en pacientes caninos que son sometidos a procedimientos durante anestesia general?



## **2. CAPITULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Termorregulación:**

La “termorregulación obligatoria” se conoce como aquella consecuente de las funciones metabólicas básicas y que permite mantener estable la temperatura corporal sin necesidad de procesos secundarios (Dávila,2014).

La temperatura corporal es un indicador de respuesta a la producción y pérdida de calor. El control de temperatura corporal es elemental para la vida, ya que se encarga de deprimir o activar ciertas funciones de los sistemas en el organismo (Dávila,2014). En humanos, el estado de conciencia y la función motora trabajan normalmente a temperaturas de 36 a 39 grados centígrados, cuando existe una desviación significativa de esta variable las propiedades moleculares de la célula se ven afectadas, lo que puede llevar al animal hasta la inconciencia (Clapham,2012).

La producción de calor en el cuerpo es consecuente al metabolismo normal, sin embargo cuando el animal está en reposo, las principales fuentes de producción son el cerebro que siempre se encuentra altamente activo junto con los principales órganos (Brodeur et al ,2017). Se determinan dos compartimentos en el cuerpo humano: el periférico y el central. El compartimento central se caracteriza por tener tejidos con buena irrigación y temperatura invariable, está compuesto por el cerebro y el tronco. Por otro lado el compartimento periférico no es capaz de mantener una temperatura constante , por lo general su temperatura oscila de 2 a 4 grados centígrados menos que el compartimento central; las extremidades forman parte de este compartimento (Davies,2012).

#### **2.1.1 Termorregulación refleja o autónoma**

Se encuentra relacionada con el concepto de arco reflejo, fue utilizada por primera vez por Prochaska en 1987, quien lo expone como una respuesta rápida e involuntaria ante un estímulo sensorial específico (Clarac,2008). La termorregulación refleja inicia con los termo receptores superficiales y profundos, los cuales reconocen los cambios de temperatura central y periférica, esta señal es enviada por las vías aferentes nerviosas hacia el hipotálamo. Una vez recibida esta información el hipotálamo por medio de vías eferentes simpáticas activa el tejido adiposo pardo, vasos sanguíneos, corazón y músculo esquelético con el fin de ayudar a disipar o producir calor y mantener la temperatura en el compartimento central (Dávila,2014). En cuanto a la temperatura periférica, esta es un mecanismo auxiliar que responde a los cambios térmicos ambientales y que por lo general ayudan a activar la termorregulación refleja antes de que llegue a afectar a temperatura central (Nagashima,2006).

Existen dos respuestas de termorregulación refleja; la respuesta termorreguladora al frío donde se incluye respuestas automáticas como termogénesis ya sea por tejido adiposo pardo, temblor por músculo esquelético y taquicardia. Por otro lado la respuesta termorreguladora al calor que incluye respuestas como vasodilatación y taquicardia (Morrison y Nakamura,2011).

### **2.1.2 Termorregulación por conducta o comportamiento**

La investigación sobre la termorregulación por conducta en los últimos años ha cobrado importancia, este mecanismo se da por decisiones voluntarias de los individuos, en el caso de los animales, evitar el sol o el viento, hidratación, o cambio de la postura (Flouris,2011). Este tipo de termorregulación no cuenta con un centro regulador automático, la información es remitida por vía aferente a un órgano voluntario, dado principalmente por la corteza cerebral, la respuesta a la información térmica recibida no es automática ni involuntaria como en la termorregulación reflejo (Dávila,2014).

## **2.2 Hipotermia:**

La hipotermia es definida como la disminución de la temperatura corporal. El rango de temperatura normal en un paciente canino es de 37,8 a 38,5 grados centígrados (Armstrong,2005), cuando la temperatura oscila de treinta y seis a treinta y siete grados centígrados se identifica como hipotermia leve; treinta y seis a treinta y cinco grados centígrados se comprende como hipotermia moderada y si se encuentra de treinta y cinco a treinta y tres grados centígrados se considera hipotermia severa (Brodeur et al, 2017).

A pesar de los avances en medicina, el manejo de la hipotermia sigue generando incertidumbre tanto en medicina humana como en veterinaria, es indispensable conocer los efectos fisiológicos y los métodos existentes de control para que el médico tratante pueda brindar un tratamiento adecuado al paciente con hipotermia (Brodeur et al,2017).

### **2.2.1 Tipos de hipotermia**

#### ***2.2.1.1 Hipotermia Primaria***

También denominada hipotermia accidental, se produce cuando el centro de termorregulación del animal se encuentra funcionando normalmente, y a pesar de ello el paciente llega a perder calor pero como consecuencia de una exposición larga a ambientes fríos (Davies,2012).

#### ***2.2.1.2 Hipotermia Secundaria***

Se produce cuando el centro termorregulador del animal se ve afectado por la administración de medicamentos, cirugía, anestesia, trauma o alguna enfermedad, cabe recalcar que aunque el animal se encuentre en ambiente cálido no logra controlar la pérdida de calor (Brodeur et al, 2017).

### **2.2.2 Hipotermia Perioperatoria:**

La hipotermia perioperatoria es considerada como una de las complicaciones que se presenta con mayor frecuencia en anestesia general. La incidencia de la hipotermia perioperatoria en clínicas veterinarias es de ochenta y tres por ciento (Bornkamp et al. 2016). Según estudios realizados por Carmona (2016) y Patiño (2017) sobre cuales son los fármacos de mayor uso en protocolos anestésicos en veterinaria concluyeron que en pre medicación los más utilizados son: xilacina, acepromazina, dexmetomidina, diazepam y midazolam; en inducción se utiliza: ketamina, propofol, tiopental sódico y midazolam; y para mantenimiento sevoflurano, isoflurano, propofol y ketamina.

Existen varios fármacos que tienen efectos directos sobre la temperatura del paciente como; el maleato de acepromacina, el cual se deriva de la fenotiazina, este tiene efectos en el sistema circulatorio llegando a dilatar vasos sanguíneos periféricos, generando que el animal libere calor (Patiño, 2017). Los agonistas alfa <sub>2</sub> adrenérgico, producen depresión de los mecanismos termorreguladores exponiendo al paciente a hipotermia o hipertermia dependiendo de la temperatura ambiente (Plumb, 2010). Por otro lado, dentro de las ciclohexaminas se encuentra la Ketamina, se caracteriza por su acción disociativa, y por estimular el sistema cardiovascular, aumenta presión arterial sistémica, resistencia vascular, y como consecuencia genera una leve hipertermia en el paciente (Cruz et al, 2009) El sulfato de atropina que es un inhibidor colinérgico muscarínico tiene acción en los sitios neuroefectores parasimpáticos posganglionares. Sus efectos son dependientes de la dosis, llegando a inhibir la salivación, secreciones bronquiales y sudor, esto bloquea las fuentes de pérdida de calor por evaporización y convección generando una posible hipertermia (Plumb, 2010).

Durante un procedimiento quirúrgico, según Patiño (2017) los pacientes pueden llegar a perder de uno a tres grados centígrados, siendo esto

dependiente del protocolo anestésico, el tiempo y el tipo de intervención que se realizará. Existen tres fases de hipotermia peri operatoria por las que atraviesa el paciente, que deben ser reconocidas para un tratamiento inmediato (Davies, 2012).

#### **2.2.2.1 Primera Fase:**

Según Davies (2012), esta fase se produce durante la primera hora de anestesia y se caracteriza por una pérdida de calor rápida debido a dos diferentes mecanismos. El primer mecanismo consiste en reducir el umbral de temperatura que se necesita para generar la vasoconstricción refleja, es decir, el paciente necesita una temperatura menor para que su centro termorregulador sea estimulado (Sessler,1997). El segundo mecanismo, es producido por un agente anestésico el cual va a causar una vasodilatación directa en el paciente, haciendo que la temperatura periférica y central vayan disminuyendo (Sessler,1997).

#### **2.2.2.2 Segunda Fase:**

Se identifica por una pérdida lenta de la temperatura central a través de rutas como radiación, convección, evaporación y conducción (Sessler,2020). En la conducción se puede llegar a perder alrededor de 30 por ciento de calor, esto dependiendo del gradiente térmico (Álvarez,2011). En la radiación se llega a eliminar un 60 por ciento de calor total, caracterizándose como la forma más importante de pérdida de calor (Davies,2012). Finalmente en la convección se puede llegar a perder alrededor de un 12 por ciento de calor (Álvarez,2011).

Existe de igual manera una termólisis sensible, relacionada al proceso de sudoración y jadeo. En el sudor, el agua segregada por las glándulas sudoríparas hacia la piel se evapora por ganancia de calor dérmico lo que genera una pérdida de calor (Davies,2012). Cabe recalcar que el número de las glándulas sudoríparas varía de acuerdo a la especie, siendo limitadas en

perros y gatos, por lo tanto se puede decir que la pérdida de calor por este mecanismo no cumple un papel significativo en estas especies (Álvarez, 2011). Por otro lado, el jadeo eleva el mecanismo de evaporación que corresponde a una pérdida insensible de calor a través de la piel y el sistema respiratorio, existe una vasodilatación vascular de mucosas respiratoria y bucal facilitando la pérdida de calor (Nergiza,2013).

La producción de calor metabólico durante la anestesia se reduce en un veinte a treinta por ciento, la segunda fase se reconoce cuando la pérdida de calor supera la producción metabólica (Davies,2012).

### ***2.2.2.3 Tercera Fase:***

La fase final conocida como meseta, se reconoce cuando la temperatura central no tiene cambios, por lo general se presenta después de dos a cuatro horas bajo anestesia (Sessler,2020).

### **2.2.3 Efectos Negativos de la Hipotermia:**

En un estudio realizado por Frank (1995) sobre la relación que tiene los cambios de temperatura perioperatoria con el nivel de hormonas de estrés en pacientes humanos, concluyó que la hipotermia tiene una relación directa con el nivel de catecolaminas, lo cual genera taquicardia, hipertensión, bradicardia. Por otro lado el mismo autor en el año de 1997 realizó otro estudio en pacientes humanos con enfermedades cardíacas donde llegó a concluir que estos pacientes cuando entran en hipotermia, tienen tres veces la probabilidad de presentar eventos cardíacos que comprometen su vida. Estos resultados destacan la importancia de controlar y prevenir la hipotermia bajo anestesia general (Davies,2012).

El sistema cardiovascular se ve afectado directamente, la hipotermia leve en perros causa taquicardia ventricular, y una vasoconstricción periférica, lo cual disminuye el flujo de calor desde el compartimento central a la periferia, retardando la cicatrización de herida y aumento la incidencia de infección (Melling,2001). En hipotermia moderada a severa provoca vasodilatación, hipovolemia, hipotensión lo que lleva a fibrilación auricular, arritmias y bradicardia; ya que se llega a disminuir la despolarización de las células marcapasos (Aslam,2006). La bradicardia no responde a los efectos de la atropina, cuando es causada por hipotermia (Roberts,1989).

La presencia de taquipnea en el paciente es un efecto en el sistema respiratorio generado por hipotermia leve, mientras que en hipotermia moderada a severa ya existe una depresión del sistema respiratorio mayor, la curva de oxígeno se desplaza a la izquierda provocando hipoxia en los tejidos (Polderman,2009).

Otro sistema que se ve afectado es el gastrointestinal, ya que su motilidad disminuye cuando la temperatura del cuerpo es inferior a de treinta y cuatro grados centígrados, una vez afectada la motilidad, se reduce la perfusión local, hay un incremento de producción de ácido clorhídrico y una disminución de la secreción de bicarbonato duodenal. Asociado a esto, la patología más común encontrada en autopsia de pacientes cuya muerte es producida por hipotermia es la pancreatitis (Brodeur et al, 2017).

Por otro lado, el sistema renal en una hipotermia leve, presenta un aumento en la producción de orina debido al incremento del flujo de sangre renal consecuente de la vasoconstricción periférica (Davies,2012). Cuando la hipotermia es moderada a severa la diuresis disminuye debido al bajo flujo de sangre renal consecuente de la disminución del gasto cardiaco e hipovolemia, mientras que en la hipotermia avanzada, la diuresis aumenta ya que la concentración de la hormona antidiurética se encuentra disminuida. (Todd,2015).

### **2.3. Transferencia de calor**

Se denomina transferencia de calor al proceso por el cual la energía se transmite en forma de calor hacia otro cuerpo. El calor que se produce en el cuerpo es liberado al medio ambiente con el fin de mantener la homeostasis. Existen varios mecanismos por los que se transfiere calor y son: convección, conducción, radiación y evaporación (Álvarez, 2011).

La transferencia de calor por el proceso de conducción o conocido también como transferencia de calor por contacto, se produce entre dos puntos de un cuerpo cuando se encuentran a diferentes temperaturas, o entre un cuerpo y un objeto basado en el paso de energía por medio de la colisión entre átomos en un medio material sin movimiento (Nergiza,2013). Cuando se habla de radiación, a diferencia de conducción y convección, el calor se transmite a través del vacío, es decir, cuando se tiene un objeto caliente este emite su energía térmica a través de ondas electromagnéticas que son receptadas por el cuerpo (Vega,2010).

La transferencia de calor por el proceso de convección se caracteriza por la presencia de un fluido; sea gas o líquido, que se encuentra en circulación, ya que debido al gradiente de densidad entre la masa y el líquido, cumple la función de transportar energía térmica (Álvarez,2011). Se encuentran dos tipos de convección; convección forzada, donde se hace uso de dispositivos que mueva el fluido de una zona caliente a una zona fría, por otro lado la convección natural; donde el propio fluido atrae el calor de la zona caliente y cede su calor a la zona más fría (Nergiza,2013).

### **2.4 Protocolo Térmico:**

Se conoce como protocolo a un conjunto de acciones o en este caso, soportes térmicos que se aplican en conjunto de acuerdo a los requerimientos del



paciente para prevenir la hipotermia y efectos negativos que esta conlleva (Clínica Universidad de Navarra,2020).

#### **2.4.1 Soportes Térmicos :**

Con el objetivo de prevenir los efectos negativos que puede producir la hipotermia durante una cirugía y comprometer de este modo la estabilidad del paciente, se ha visto necesario tanto en medicina humana como en veterinaria el uso de soportes térmicos en pacientes bajo anestesia general (Otero,2012).

##### ***2.4.1.1 Soporte Térmico Pasivo Superficial:***

Este soporte tiene como objetivo evitar que el animal pierda su calor, este sistema se caracteriza por tener una penetración muy baja y enfocarse únicamente en la superficie corporal (Otero,2012). Los métodos de calentamiento que pertenecen a este grupo son: mantas reflectantes, mantas lisas y plástico de burbujas. Su aplicación es ideal cuando el paciente presenta hipotermia leve. Según Brodeur (2017), este sistema de calentamiento como tratamiento único, no es suficiente para la prevención de la hipotermia, es necesario combinarlo con un soporte activo.

##### ***2.4.1.2 Soporte Térmico Activo Superficial***

Se denomina soporte térmico activo superficial ya que tiene como finalidad aumentar la temperatura central del paciente aplicando calor únicamente a la superficie del animal. Este soporte es ideal en pacientes con hipotermia moderada a severa. Los métodos para este sistema incluye: mantas de agua caliente, aire caliente forzado o FAW, lámparas de calor, "hot hands"; que corresponde a guantes de látex con agua caliente, incubadora, mantas eléctricas y botellas de agua. Brodeur (2017) sugiere que este sistema se utilice solamente en el tronco, ya que en extremidades puede generar

vasodilatación periférica e hipotensión y una disminución de la respuesta neurona-hipotálamo.

Se ha comprobado que las mantas eléctricas ayudan a mantener la temperatura corporal del pacientes, sin embargo, por la vasoconstricción, la piel no puede difundir de manera correcta el calor directo que se esta proporcionando, generando así quemaduras en el paciente (Ayers y Riedesen,2010). De igual manera, el uso de botellas con agua caliente y “hot hands” no es recomendado en pacientes que se encuentran bajo anestesia debido a la incidencia de quemaduras (Brodeur et al, 2017).

Sobre el calentamiento preoperatorio, existen varios estudios donde se evalúa la eficacia de su uso en relación con la presencia de hipotermia. Just (1993), realizó un estudio en pacientes humanos donde midió la temperatura central de la piel, dividió en dos grupos uno con precalentamiento y el grupo control concluyendo que el calentamiento preoperatorio ayuda a mantener la temperatura más alta durante la cirugía a diferencia del grupo control. El calentamiento preoperatorio, como único método en tiempos muy cortos o muy largos, llega a ser contraproducente para el paciente ya que el calor hace que el paciente se encuentre vaso dilatado y si este sufre cambios abruptos de temperatura ambiental puede llegar a perder calor de manera significativa, siendo esto un peligro durante la cirugía (Nergiza,2013).

#### ***2.4.1.3 Soporte Térmico Activo Profundo***

También se denomina como soporte activo central, tiene la finalidad de suministrar calor directamente en el compartimento central. Existen varias intervenciones que se puede realizar como: administración de fluidos intravenosos calientes, aire calentado, enemas de agua tibia, lavado peritoneal. Los líquidos intravenosos deben calentarse de cuarenta a cuarenta y dos grados centígrados, mientras que para lavado peritoneal de cuarenta a cuarenta y tres grados centígrados (Brodeur, Wright y Cortez, 2017). Si se utiliza un calentador de fluidos es importante que este se coloque lo más

proximal al fluido, por otro lado se debe tomar en cuenta la velocidad de infusión ya que entre mayor velocidad menor efectividad del calentador en el fluido (Davies,2012).

Existen debates sobre la efectividad del uso de fluidos intravenosos calientes, ya que al superar los cuarenta grados centígrados este puede llegar a perjudicar las células sanguíneas (Werlhof, 1996). Sin embargo, este método todavía es usado para la prevención de la hipotermia y se recomienda su uso junto con otro método como el aire caliente forzado o FAW para mantener la temperatura central (Davies, 2012) (Leben y Tryba,1997).

Es importante la implementación de protocolos térmicos durante un proceso bajo anestesia general, ya que el uso de varios métodos de calentamiento activos y pasivos se ha demostrado que permite obtener temperaturas más altas en los pacientes (Ayers y Riedesen,2010).

### **3.CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Delimitación Geográfica:**

En acuerdo con el tutor guía se determinó que el enfoque de esta revisión sistemática sea mundial, con el objetivo de recopilar mayor evidencia y que los resultados a presentarse sean de mayor fiabilidad.

#### **3.2. Selección de bases de datos:**

Las bases de datos que se encuentran disponibles en la Universidad de las Américas y que se seleccionaron para esta revisión sistemática son:

##### **3.2.1 Pubmed**

Es una herramienta gratuita que ha sido desarrollada y sigue siendo administrada actualmente por el Centro Nacional de Información Biotecnológica. La ventaja de su uso es que posee más de treinta millones de citas de literatura biomédica de MEDLINE, libros en línea y revistas científica, convirtiéndola en una base de gran importancia científica a nivel mundial (PubMed, 2020).

##### **3.2.2 Google Scholar**

Es una base de datos gratuita, que permite encontrar varios tipos de trabajos relacionados con el tema de interés, desde resúmenes e informes especializados hasta artículos, libros y publicaciones científicas. Dentro de las ventajas que tiene este recurso está que realiza la búsqueda del documento completo, por otro lado la lista de resultados que presenta esta base después de la búsqueda se encuentra ordenada; ubicando las referencias relacionadas al tema de interés como primeras opciones (ACIMED, 2006).

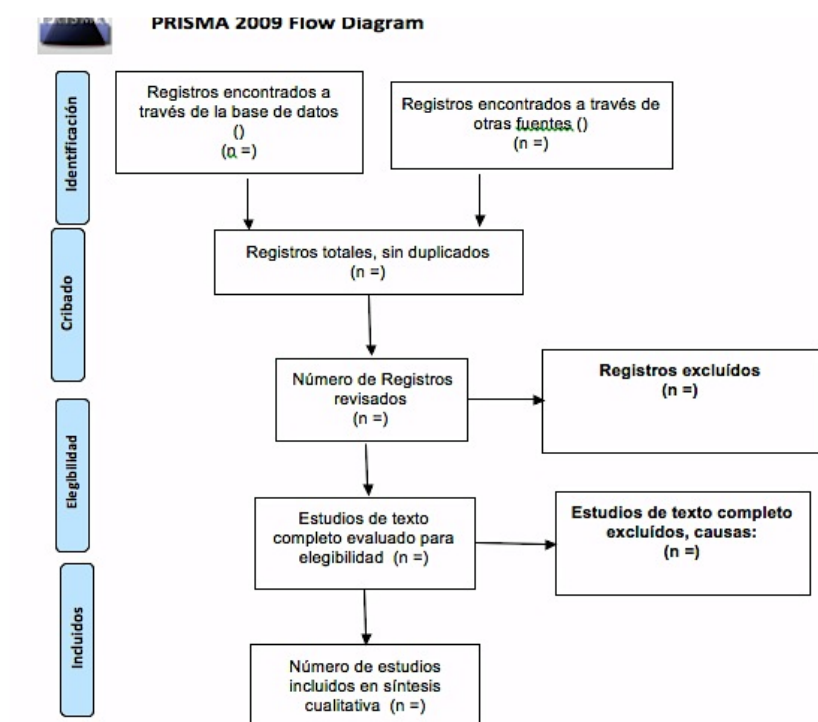
### 3.3 Materiales

- Computadora.
- Bases de datos (Google Scholar y Pubmed).
- Programa de análisis y visualización de datos Microsoft Excel.
- Metodología PRISMA.
- Plataforma de Fichas de Lectura Crítica 3.0

### 3.4 Metodología

#### 3.4.1 Descripción de metodología

Se realizará una revisión sistemática donde se utilizarán bases de datos como Google Scholar y Pubmed. Se aplicará una fórmula de búsqueda con el fin de recopilar de mejor manera los artículos científicos apropiados para esta investigación. Posterior a ello, por medio de la metodología PRISMA se seleccionarán los artículos idóneos que cumplan con los criterios de selección, el siguiente paso será evaluar la calidad de estos artículos por medio de la aplicación de Fichas de Lectura Crítica 3.0 y finalmente se utilizará Microsoft Excel, para el procesamiento de datos y el análisis descriptivo.



**Figura 1.** Diagrama de Flujo PRISMA. Adaptado de Moher et al, (2009).

### 3.4.2 Términos

Los términos empleados en la estrategia de búsqueda son:

#### Población:

- “dogs/animal”
- “dogs”
- “dogs/surgery” (Término MeSH)

#### Intervención

- “Warming devices”
- “Intraoperative”
- “Intraoperative active warming”

#### Outcome

- “Hypothermia”(Término MeSH)
- “Hypothermia/normothermia”
- “Hypothermia/prevention and control” (Término MeSH)

### 3.4.3 Operadores Lógicos o Booleanos

Forman parte de la estrategia de búsqueda y son aquellos necesarios para combinar términos que se encuentren dentro de nuestro tema de interés (Clarivate Analytics, 2020).

- **AND/(Y):** es el operador que representa la intersección entre dos o más términos de búsqueda. Como resultado del uso de este operador se mostrarán solo aquellos elementos comunes que contengan los términos indicados (UOC, 2018).

- **OR/O**: este operador lógico se caracteriza por la unión de conjuntos o términos con el fin de que la búsqueda sea más amplia y se recuperen mayor cantidad de documentos (Clarivate Analytics, 2020).
- **NOT/NO** : es el operador lógico de exclusión, el objetivo de su uso es descartar dentro de nuestros resultados aquellos que en no son de interés. Se excluyen los términos que se indiquen a continuación del NOT (UOC, 2018).

### 3.4.4 Fórmula de búsqueda

Los términos de búsqueda que se emplearon en la base de datos Pubmed fueron los siguientes: “DOGS” (OR) “DOGS/SURGERY” (AND) “HYPOTHERMIA/NORMOTHERMIA” (OR) “WARMING DEVICES” (OR) “HYPOTHERMIA/PREVENTION AND CONTROL” (OR) “INTRAOPERATIVE ACTIVE WARMING” (NOT) “HUMANS” (NOT) “RATS” (NOT) “MICE”.

PubMed Advanced Search Builder

YouTube Tutorial

```
((((((((("dogs" OR "dogs/surgery"[MeSH Terms]) AND "hypothermia/normothermia") OR "warming devices") OR ("hypothermia/prevention and control"[MeSH Terms])) OR "intraoperative active warming") NOT "humans") NOT "rats") NOT "mice"))
```

[Edit](#)

[Clear](#)

**Figura 2.** Fórmula corrida en base de datos PubMed. Tomado de PubMed,2020.

Por otro lado, los términos de búsqueda que se emplearon en la fuente Google Scholar fueron los siguientes: “DOGS” AND "WARMING DEVICES" AND "INTRAOPERATIVE" AND "HYPOTHERMIA".

The screenshot shows the Google Scholar search interface. The search bar contains the query: "DOGS" AND "WARMING DEVICES" AND "INTRAOPERATIVE" AND "HYPC". Below the search bar, it indicates "Artículos" (Articles) and "Aproximadamente 255 resultados ( 0,06 s)" (Approximately 255 results (0.06 s)).

**Figura 3.** Fórmula corrida en Google Scholar.

### **3.4.5 Criterios de Selección**

Los criterios de selección son definidos con el fin de identificar únicamente artículos que ayuden con el cumplimiento de los objetivos de esta revisión sistemática, estos se dividen en criterios de inclusión o elegibilidad y criterios de exclusión.

#### ***3.4.5.1 Criterios de Inclusión o Elegibilidad:***

Artículos o Investigaciones:

- Cuyas publicaciones sean a partir del año 2000.
- Redactados en inglés o español.
- En población donde incluyan pacientes caninos.
- Artículos que obtenga calidad alta y media en la plataforma Fichas de lectura crítica 3.0 (FLC 3.0).
- Sean de texto completo.

#### ***3.4.5.2 Criterios de Exclusión:***

Artículos o Investigaciones:

- Cuyas publicaciones sean anteriores al año 2000
- Redactados en otros idiomas que no corresponde a inglés o español.
- No se incluyan pacientes caninos.
- Artículos que obtenga calidad baja en la plataforma Fichas de lectura crítica 3.0 (FLC 3.0).

### **3.5 Análisis Crítico**

Para el desarrollo de esta revisión sistemática es necesario la validación y evaluación científica de los artículos seleccionados, para ello, se utilizará una plataforma web denominada Ficha de Lectura Crítica 3.0 (FLC 3.0).



Esta plataforma fue desarrollado por Osteba y tiene como fin ayudar en el desarrollo de las revisiones sistemáticas y evidencia científica, permitiendo la evaluación de calidad y fiabilidad de los estudios científicos de interés. Esta herramienta permite excluir aquellas investigaciones que se encuentren mal desarrolladas y que puedan llegar a comprometer la credibilidad del estudio a realizarse.

Esta plataforma web nos permite crear fichas para cada uno de los artículos de interés, se debe realizar una lectura detallada de la evidencia para poder llenar los 6 áreas que tiene esta plataforma y que se nombran a continuación:

- Pregunta de Investigación
- Método
- Resultados
- Conclusiones
- Conflicto de Interés
- Validez externa.

Las respuestas que permite registrar esta plataforma en cada área son: “Sí”, “Parcialmente”, “No” y “Sin información”, acompañadas de su respectiva justificación. De acuerdo a las respuestas obtenidas, se puede llegar a clasificar la calidad de la evidencia aportada en : alta, media y baja.

	Área de 'Método': SI	Área de 'Método': PARCIALMENTE	Área de 'Método': NO
Mayoría resto áreas: SI	Calidad Alta	Calidad Media	Calidad Baja
Mayoría resto áreas: PARCIALMENTE	Calidad Media	Calidad Media	Calidad Baja
Mayoría resto áreas: NO	Calidad Baja	Calidad Baja	Calidad Baja
<b>No valorable:</b> Has respondido 'Sin información' en el área de 'Método' o en la mayoría de las áreas por lo que no es posible valorar la calidad del estudio			

**Figura 4.** Tabla de Evaluación de calidad de estudios. Tomado de Fichas de Lectura Crítica 3.0

## 4. CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Resultados y Discusión

#### 4.1.1 Diagrama de flujo de PRISMA

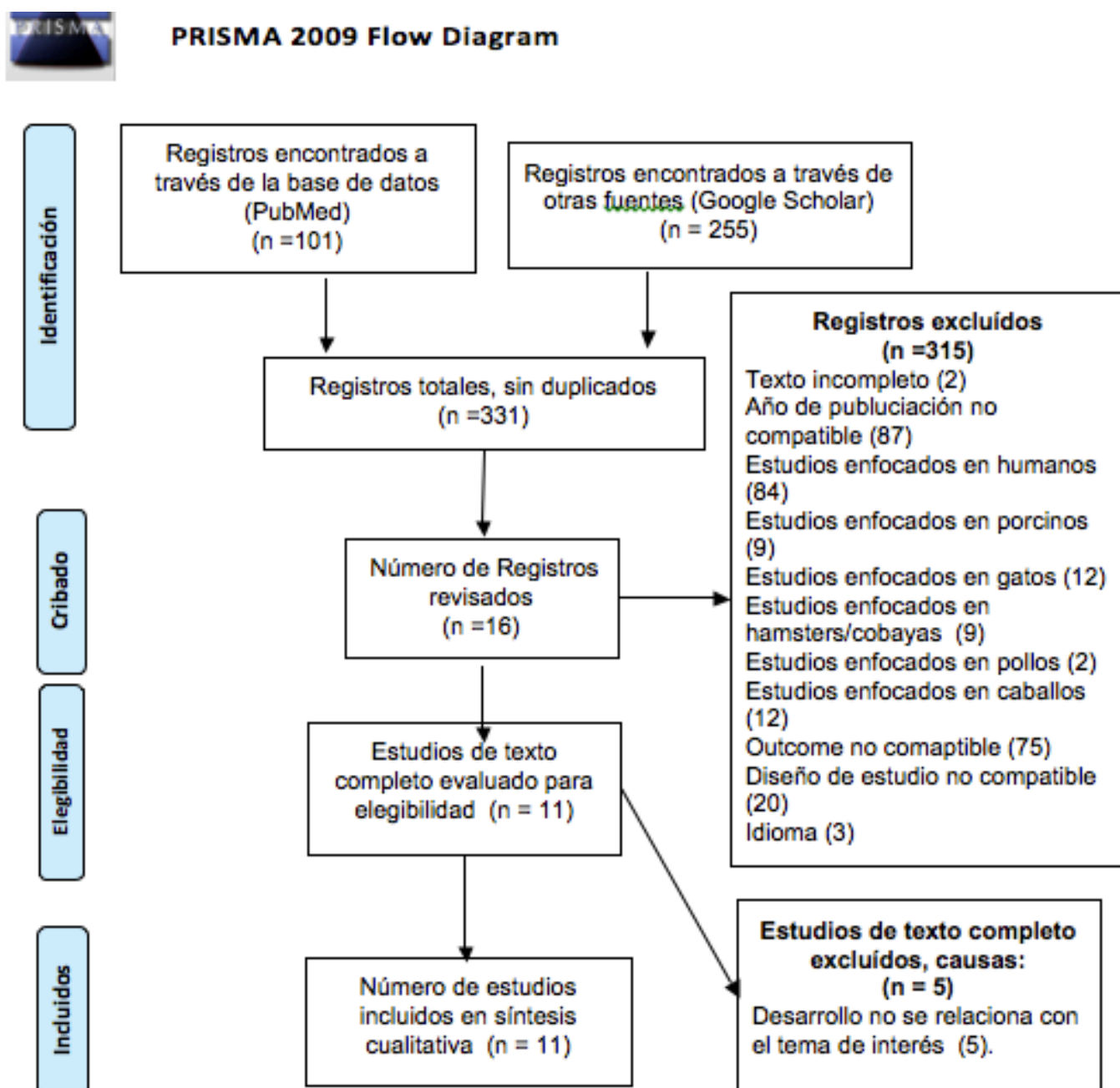


Figura 5. Diagrama de flujo PRISMA. Adaptada de Moher et al, (2009).

#### **4.1.1.1 Identificación**

En esta primera fase de la metodología PRISMA, se corrieron las fórmulas de búsqueda en cada base de datos, las cuales ha sido definidas en el capítulo III, posterior a ello y como consecuencia se obtuvieron en total 356 documentos de los cuales el 28% pertenecen a la base PubMed y el 72% a Google Scholar. Para descartar los documentos replicados, se utilizó Rayyan QCRI, la cual es una herramienta útil para revisiones sistemáticas que permite clasificar e identificar los artículos con mayor facilidad, se determinó que el 7.02% del total corresponde a documentos duplicados, obteniendo como número final 331 documentos.

#### **4.1.1.2 Cribado**

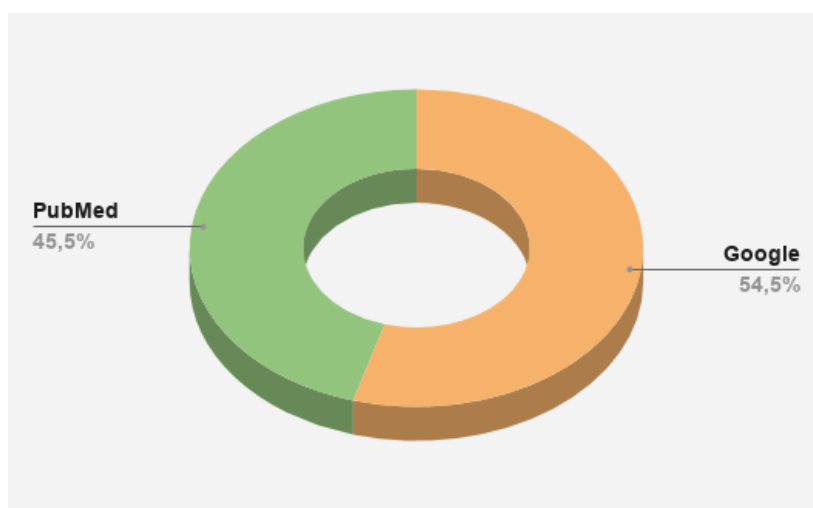
En esta fase, la evidencia que no cumplió con los criterios de selección definidos en esta revisión sistemática fue descartada, es decir, se descartó el 95.17% del número total de documentos, este porcentaje abarca: documentos con texto incompleto (0.6%), año de publicación no deseado (26.3%), documentos cuyas poblaciones no son de interés: humanos (25.4%), porcinos (2.71%), gatos (3.62%), hámster (2.72%), pollos (0,6%) y caballos (3,62%), documentos que no cumplen con el objetivo de esta revisión (22.7%), cuyo diseño de estudio no es de interés, como autorías u otras revisiones sistemáticas (6%) y finalmente documentos que no cumplen con los idiomas requeridos (0,9%). Como resultado final, son 16 documentos que cumplen con los criterios de selección y proceden a la siguiente fase.

#### **4.1.1.3 Elegibilidad**

Se procede a leer detalladamente título y resumen de cada uno de los documentos seleccionados, con el fin de identificar si el desarrollo de cada artículo se encuentra relacionado con el tema de interés. Se descartó el 25% del número final de documentos, debido a que su desarrollo no corresponden a protocolos para prevenir la hipotermia perioperatoria; obteniéndose 11 documentos como número final.

#### 4.1.1.4 Inclusión

Por último, en esta fase se analiza a texto completo los documentos que han sido seleccionados, incluyendo introducción, objetivos, metodología, resultados, discusión y conclusiones. Los documentos que se utilizarán como base para el desarrollo de esta revisión sistemática son 11, de los cuales: el 82% se encuentran redactados en inglés, el 100% son experimentales, el 45,5% corresponden a estudios publicados en revistas veterinarias mientras que el 54,5% corresponde a investigaciones publicadas por universidades, el 45.5 % ( 5 artículos) fueron tomados de la base de datos PubMed, mientras que 54.5 % (6 artículos) de los documentos son tomados de la base de datos Google Scholar.



**Figura 6.** Número total de artículos obtenidos en cada base de datos

La búsqueda en base de datos PubMed, se realizó el día 12 de Mayo, mientras que en Google Scholar se realizó el día 18 de Mayo del presente año; 2020.

#### 4.1.2 Características generales de los pacientes de estudio

De los 11 estudios, se observó que el 36.4 % de los documentos son realizados únicamente en hembras, se considera que esta variable no influye en los resultados, por otro lado, el 100% de de los estudios hace partícipe a pacientes que se encuentran clínicamente sanos y que pertenezcan a ASA I o ASA II. En cuanto a la raza, el 73% de la evidencia no tiene definida la raza de los pacientes, 18 % restante corresponden a raza pequeñas (2 artículos) y el 9 % a razas grandes, esta es una variable que puede influir relativamente en los resultados de los estudios a consideración.

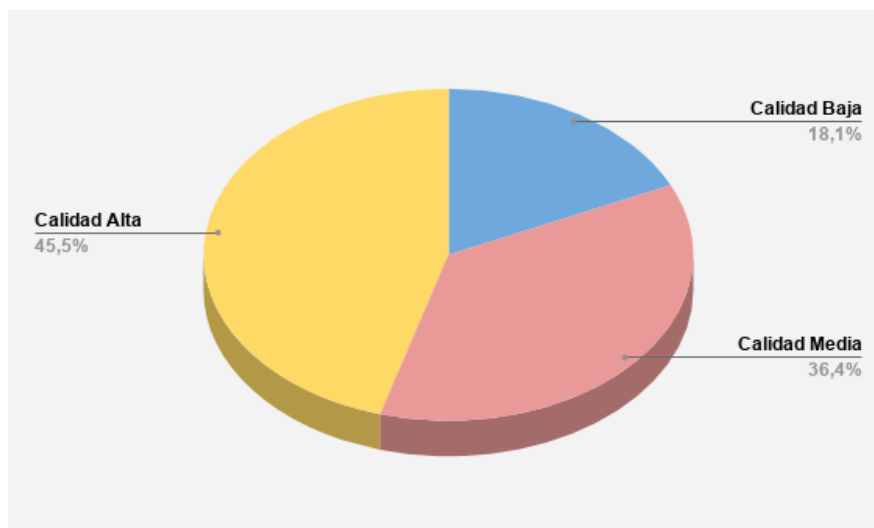
#### 4.1.3 Evaluación de la calidad de los artículos

Los artículos fueron evaluados utilizando la plataforma web de Fichas de Lectura Crítica 3.0 (FLC 3.0), donde, el 63,9 % fueron ensayos controlados aleatorios mientras que 18,1% corresponden a ensayos clínicos cruzados y 18% a ensayos clínicos factoriales. El 63,9 % de los documentos tuvieron una pregunta de investigación bien definida y realizaron una estimación de la muestra para evitar riesgos de sesgos. Por otro lado, el 81.9% de documentos muestran sus resultados sintetizados y muy bien explicados, lo cual facilitó su comprensión.

Estudio/ Áreas	Pregunta de Investigación	Métodos	Resultados	Conclusiones	Conflicto de Interés	Validez Externa	Calidad
Comparación de dos dispositivos de calentamiento pasivo para la prevención de la hipotermia perioperatoria en perro	Sí	Parcialmente	Sí	Sí	Sí	Sí	MEDIA
Comparación de dos métodos para el manejo de la hipotermia intraoperatoria en perros	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	Sin información	Sí	MEDIA
Comparación de tres sistemas de calentamiento intraoperatoria del paciente	Sí	Parcialmente	Sí	Sí	No	Sí	MEDIA
Control de hipotermia con colchón térmico en perras durante ovario-histerectomía	Parcialmente	No	Sí	Sí	No	Sí	BAJA
Efecto de la temperatura del líquido de riego sobre la temperatura corporal durante la cirugía artroscópica del codo en perros	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	ALTA
Efecto de una infusión intraoperatoria de aminoácidos sobre la temperatura corporal, bioquímica sérica, insulina sérica y variables de recuperación en perros sanos sometidos a ovario histerectomía	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	ALTA
Evaluación de cuatro procedimientos de calentamiento para minimizar la pérdida de calor inducida por la anestesia y la cirugía en perros.	Parcialmente	Sí	Parcialmente	Sí	NO	Sí	MEDIA
Evaluación de un protocolo para mantener la normotermia durante un procedimiento de profilaxis dental en la clínica veterinaria de la Universidad de las Américas	Sí	Sí	Sí	Sí	NO	Sí	ALTA
La infusión intravenosa de aminoácidos en perros atenúa la hipotermia durante la anestesia y estimula la secreción de insulina.	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	ALTA
Sistema de calentamiento de fluidos (SAF ®): efectos sobre los parámetros clínicos y bioquímicos en perros sometidos a anestesia inhalatoria	Parcialmente	No	Sí	Sí	Sin Información	Sí	BAJA
Uso intraoperatorio de una manta reflectante (hoja de rescate Sirius®) para el control de la temperatura en perros de menos de 10 kg.	Sí	Sí	Sí	Sí	NO	Sí	ALTA

**Figura 7.** Resumen de la evaluación de la calidad de los artículos

Finalmente, una vez terminada la evaluación de toda la evidencia se identificó que el 18.1% de los documentos obtuvieron calidad baja, el 36,4% calidad media y el 45,5% calidad alta, cumpliendo con los criterios de selección, esta revisión sistemática cuenta con 9 artículos para su análisis y desarrollo.



**Figura 8.** Calidad obtenida de los artículos

#### 4.1.4 Protocolos Térmicos

Tras el análisis de los protocolos encontrados en los ensayos clínicos, se determina que el 100 % de los autores concuerdan que para obtener un mejor resultado en la prevención de la hipotermia intraoperatoria es ideal aplicar más de un soporte térmico durante procedimientos bajo anestesia general.

Cabe señalar, que la elección de los métodos que conformarán el protocolo dependerá del criterio del médico veterinario; el cual debe evaluar en el paciente: edad fisiológica, ASA, duración del procedimiento, tipo de anestesia y otros factores que influyan en la pérdida de calor intraoperatorio. Esto con el fin de seleccionar el protocolo que pueda compensar la pérdida de calor del paciente adecuadamente, y evitar efectos negativos consecuentes de ciertos soportes térmicos.

Los métodos más usados identificados en los ensayos clínicos recopilados son: manta reflectante y manta de aire forzado caliente con 33% ; luz infrarroja, infusión de aminoácidos y colchoneta eléctrica con el 22% y finalmente almohadilla de gel y fluidos calientes para artroscopia con el 11%.

A continuación se procede al análisis de los métodos térmicos con el fin de determinar su efectividad en la prevención de la hipotermia intraoperatoria en pacientes caninos

#### ***4.1.4.1 Precalentamiento***

Este soporte térmico activo superficial, tiene una efectividad baja en reducir la pérdida de temperatura central del paciente, esto es constatado por Palomino (2018) en su ensayo clínico de tipo cruzado realizado en 10 pacientes caninos sometidos a profilaxis dental, en el cual aplica calentamiento de temperatura ambiental antes y durante la pre medicación a 28°C versus el grupo control que no recibe precalentamiento. Se evidencia que el precalentamiento es efectivo en reducir la pérdida de temperatura pero únicamente desde la pre medicación hasta el principio de la inducción, ya que al comparar la temperatura final del grupo tratamiento versus el grupo control se observa una diferencia significativa en la pre medicación ( $p= 0,039$ ) y al inicio de la inducción ( $p = 0,04$ ); durante el perioperatorio no se evidencia efectividad.

Aarnes (2017) y Palomino (2018) concuerdan que el método de precalentamiento si es que no se maneja de una manera adecuada, puede llevar consigo una pérdida de temperatura mayor, ya que al someter al animal a una temperatura alta provoca que los vasos sanguíneos periféricos se dilaten, por ende, cuando se retira al paciente del precalentamiento y se lo moviliza hacia el quirófano o área de manejo, al tener contacto con una temperatura más baja, llega a perder calor por convección de una manera más rápida.

Un factor a consideración, es el protocolo anestésico que se administró a los pacientes, dentro del cual se encuentra acepromacina y propofol; se conoce

que dentro de la farmacodinamia estos anestésicos provocan vasodilatación y pudo haber sido una causa adicional que exacerbó la pérdida de temperatura de los pacientes.

No obstante, autores como Tan et al.(2004), Tünsmeier et al.(2009) y Aarnes (2017), en sus estudios demuestran que se produce una pérdida de calor significativa entre la inducción de la anestesia y el inicio de la cirugía debido a la redistribución del calor central y los compartimentos periféricos; y concuerdan que es necesario aplicar soportes térmicos desde la pre medicación, para evitar que el paciente entre a cirugía con indicios de hipotermia.

#### **4.1.4.2 Almohadillas de Gel**

Las almohadillas de gel son soportes térmicos activos superficiales, los cuales fueron aplicados en un ensayo clínico controlado aleatorizado realizado por Tünsmeier, Bojarski, Nolte y Kramer (2009) en 40 pacientes caninos clínicamente sanos, de raza pequeña con peso menor a 10 kg, donde se compara el uso de una manta reflectante junto almohdilla de gel (Grupo 1) versus almohadillas de gel calentadas a 45°C (Grupo 2) ubicadas en la parte dorsal, los pacientes son sometidos a cirugías electivas de duración mínima de treinta minutos; se observa que el grupo que solamente fue tratado con almohadilla de gel como soporte térmico, presenta una disminución de temperatura estadísticamente significativa ( $p=0,005$ ) en relación al protocolo de manta reflectante junto con almohadillas de gel. Presentando el Grupo 1 una temperatura final de  $37,8 \pm 0,86^{\circ}\text{C}$  mientras que el Grupo 2 de  $35,4 \pm 1,24^{\circ}\text{C}$ . Por lo tanto se considera que la efectividad que tiene este método en la prevención de la hipotermia cuando se aplica como único soporte es baja; cabe señalar que los pacientes en este estudio fueron de razas pequeñas, y que mientras mayor área superficial se tenga en comparación al volumen, pueden llegar a perder temperatura por conducción de una manera más rápida (Muir,2008).



Por otro lado, Chemonges et al. (2003), en su ensayo clínico realizado en pacientes caninos hembras de raza grande con peso promedio de 34.2 kg, compara el uso de almohadillas de gel calientes a 40°C ubicadas en las extremidades junto con un vendaje versus colchón de agua caliente circulante. Como resultado, el grupo de almohadilla de gel caliente junto con el vendaje tuvo una temperatura rectal final de 37°C y una temperatura corporal de 36,6°C, mientras que el grupo de colchón tuvo una temperatura rectal final de 37,5°C y una temperatura corporal de 37 °C. Por lo tanto, se puede determinar que este método es efectivo para el control de la pérdida de calor periférica, siempre y cuando se aplique en conjunto con otros soportes.

Una razón por la cual este método no es efectivo en la prevención de la hipotermia cuando se aplica como único soporte, es debido a que las almohadillas de gel liberan el calor almacenado con rapidez. Tünsmeier et al. (2009) en su estudio, observa que la temperatura inicial de las almohadillas en el grupo 1 es de  $43.8 \pm 2,57$  °C y en el grupo 2 de  $43,2 \pm 3,8$ °C, mientras que, la temperatura final a los 90 minutos fue de  $37,5 \pm 1,78$ °C y de  $36,4 \pm 2,52$ °C, respectivamente; es decir, las almohadillas de gel decrecen significativamente en ambos grupos ( $p=0,0001$ ). Por este motivo, Chemonges et al (2003), recomienda que en procedimientos largos es viable cambiar las almohadillas de gel cada 60 minutos ya que determina que la temperatura de este método, a partir del minuto sesenta empieza a decaer significativamente; hay que tomar en cuenta, que en este estudio las almohadillas se encontraban cubiertas con un vendaje para evitar que se disipe el calor con mayor rapidez.

Cabe señalar que este método puede causar efectos negativos como quemaduras si es que se coloca en contacto directo con la piel, es por ello que se ve necesario recurrir la zona en donde se vayan a colocar. (Tünsmeier et al. 2009) (Chemonges et al.2003).

#### **4.1.4.3 Manta reflectante**

También conocidas como mantas de supervivencia, se consideran de uso humano, sin embargo, se ha incorporado dentro de la medicina veterinaria

como un soporte térmico pasivo. Estudios realizados en humanos, concluyen que las mantas de supervivencia son inferiores en comparación con luz radiante, mantas calientes, aire caliente forzado y mantas de agua calientes (Ng et al.2003). Sin embargo, en veterinaria, en un ensayo clínico controlado aleatorizado realizado por Potter, Murrell y MacFarlane (2015), en el cual, 39 pacientes caninos sometidos a castración y ovariectomía fueron separados por peso en dos grupos: menor a 10 kg y mayor a 10 kg, y aleatoriamente asignados a dos protocolos térmicos; el primero, correspondiente a una manta reflectante la cual cubre al paciente junto una colchoneta sin aire calentada (HotDog®) a 40°C (Grupo BB) y el segundo corresponde a una manta de fibras suaves y largas (Vetbed®) junto con una colchoneta (HotDog®) (Grupo VB). Los pacientes del grupo BB y VB presentaron un rango de temperatura de 37°C a 38,4 °C, es decir no se observa diferencia significativa entre los protocolos ( $p=0,52$ ), de igual manera no se evidenció diferencia significativa en la proporción de pacientes hipotermicos en los dos protocolos, entre el grupo menor a 10 kg ( $p=0,21$ ) y mayor a 10 kg ( $p= 0,36$ ) . Es decir, se determina que ambos métodos ayudan a prevenir en igual magnitud la hipotermia perioperatoria al no presentar diferencia significativa ( $p>0,05$ ).

La manta reflectante es un soporte que puede ser utilizado en procedimientos de celiotomía y no celiotomía. En el ensayo clínico cruzado realizado por Palomino (2018) en 10 pacientes caninos sometidos a profilaxis dental; de los cuales se tiene 5 hembras estrelizadas y 5 machos enteros, los cuales se dividen en dos grupos: el grupo tratamiento donde se aplica una manta reflectante la cual envuelve a todo al paciente junto a un foco infrarrojo versus el grupo control, en el que se aplica una frazada en la mesa de manejo y otra sobre el paciente la cual se acompaña con un plástico que lo cubre durante el todo el procedimiento. Con base en los resultados se demuestra que existe una diferencia significativa del grupo tratamiento con el grupo control ( $p=0,03$ ), otorgando efectividad a la manta reflectante en procedimientos con fármacos vasodilatadores y otros factores que promueven la disminución de temperatura en el paciente como: cavidad oral abierta, agua fría en cavidad oral. El circuito de anestesia semicerrado con reinhalación utilizado en este estudio, disminuye

la pérdida de temperatura, ya que los gases calentados recirculan en el circuito (Hart et al.2011).

En cambio, en un ensayo clínico controlado aleatorizado por Tünsmeier et al. (2009), se realizó procedimientos de no celiotomía en 40 pacientes caninos con una duración mínima de treinta minutos; se aplica una manta reflectante que cubre al paciente junto almohadillas de gel calientes, observandose un control en la pérdida de la temperatura y una diferencia significativa con el grupo control ( $p=0,012$ ). Es decir, en este tipo de procedimientos el método pasivo fue efectivo para el control de la pérdida de calor.

Según los ensayos presentados, se evidencia que este método es efectivo en la prevención de la hipotermia siempre y cuando se complemente con otros métodos, ya que al ser un soporte pasivo, evita que el animal pierda temperatura con rapidez pero no brinda una fuente de calor, de igual manera, se evidencia que en todos estos ensayos clínicos los pacientes fueron envueltos por la manta casi por completo, dejando solamente el área quirúrgica libre, Hart et al. (2011) concuerda que este soporte para que cumpla con su efectividad debe cubrir la mayor parte del cuerpo del animal para evitar que el paciente pierda temperatura por conducción.

#### ***4.1.4.4 Luz Infrarroja***

La luz infrarroja es un método activo superficial tomado de medicina humana e incorporado en veterinaria como termoterapia. Dentro de esta revisión sistemática se encontró un ensayo clínico factorial realizado por Tan et al. (2004) en 96 pacientes caninos (49 machos, 47 hembras) con un peso de 19-33 kg divididos y asignados al azar a procedimientos como: profilaxis dental, oftalmología, ortopedia y celiotomía, los cuales tuvieron una duración de 3 horas; se aplicaron 4 protocolos térmicos, el primero consta únicamente de una colchoneta eléctrica, el segundo de una luz infrarroja de 150w ubicada a 50 cm de distancia de la cabeza y extremidades torácicas junto con manta eléctrica y botellas de agua caliente precalentadas a 41 °C, el tercer protocolo corresponde a un colchón de aire caliente 3M® Bair Hugger™ y el cuarto a un

humificador calentado MR730, observándose que el protocolo compuesto por luz infrarroja, manta eléctrica y botellas de agua, es el más efectivo en la prevención de la hipotermia perioperatoria al tener una diferencia significativa ( $p=0,02$ ) en relación con otros protocolos evaluados.

Según Robertson et al. (2006), La distancia adecuada para ubicar la lámpara con respecto al paciente y evitar efectos negativos, depende de la potencia del foco, si este es de 150W a 1300W se debe tomar en cuenta una distancia de 30 a 40 cm de la piel.

En el ensayo clínico cruzado realizado por Palomino (2018) se utilizó una lámpara con foco infrarrojo de 250w a 70 cm de distancia del paciente junto con una manta reflectante durante todo el proceso intraoperatorio, observándose una diferencia significativa en comparación con el grupo control ( $p=0,03$ ).

Como en el estudio de Tan et al (2004) los pacientes tuvieron un peso mayor que los pacientes que pertenecen al estudio de Palomino (2018), la distancia de la lámpara fue menor al igual que la potencia del foco. Es necesario que el médico veterinario a cargo considere parámetros importantes para el uso de este método como es: el tamaño del paciente, la duración y el tipo de procedimiento quirúrgico a realizarse, esto debido a que la energía de este soporte tiene una profundidad de penetración en la piel de 1 cm, es decir, causa una vasodilatación subcutánea que puede generar eritemas y quemaduras cuando se ubican a una distancia errónea o se expone por largo tiempo.

Se puede determinar que este método es efectivo en la prevención de la hipotermia cuando se implementa junto con otros soportes, esto es ratificado en los trabajos de Palomino (2018) y Tan, Govendir, Zaki, Miyake, Packiarajah y Malik. (2004).

#### **4.1.4.5 Colchoneta Eléctrica**

La colchoneta eléctrica es un método económico y fácil de usar en el campo de la veterinaria. La efectividad de este método dependerá del tipo de procedimiento al que serán sometidos los pacientes.

En un ensayo clínico controlado aleatorizado que es realizado por Kibanda y Gurney (2012), en 120 pacientes caninos con peso de 20 a 60 kg, son sometidos a procesos quirúrgico de extremidades pélvicas, bajo un protocolo anestésico de acepromazina, propofol y sevoflurano, se comparan dos protocolos térmicos; una colchoneta eléctrica con temperatura de 43 °C y por otro lado aire caliente forzado a 46 °C durante los primeros 10 minutos y a 43°C durante la intervención. Al final del estudio, ambos grupos presentaron hipotermia perioperatoria, el grupo de la colchoneta presentó una temperatura final de  $36,9 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$  y el grupo del aire forzado de  $36,4 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ , es decir, la colchoneta eléctrica presentó una diferencia significativa con relación al aire caliente forzado ( $p=0,004$ ).

En el ensayo clínico controlado aleatorizado realizado por Tan et al. (2004), donde se comparan 4 protocolos térmicos incluyendo la colchoneta eléctrica durante procesos de celiotomía, con un protocolo anestésico conformado por acepromazina, propofol y halotano; se observa que existe una disminución significativa de la temperatura de este método en comparación con los otros protocolos, ya que solamente aportaba con  $\pm 0,7^{\circ}\text{C}$  en relación con los demás métodos; por consiguiente, el uso de este soporte no proporciona suficiente calor para prevenir la hipotermia perioperatoria.

Sin embargo, Da Costa et al. (2011) en su ensayo clínico aleatorizado efectuado en 18 hembras caninas con peso promedio de  $6,9 \pm 1,6$  kg, sometidas a ovariectomía, bajo un protocolo anestésico conformado por acepromazina, propofol e isoflurano; compara el uso de la colchoneta eléctrica (Grupo1) versus una toalla (Grupo2), y determina que el Grupo 1 presentó en todo momento una temperatura de  $37,5-39,5^{\circ}\text{C}$ . Es decir, determina que la colchoneta eléctrica es un método efectivo para la prevención

de la hipotermia. Aunque los fármacos utilizados para la anestesia en los 3 estudios son iguales, esta diferencia en resultados se debe a que los pacientes fueron más pequeños que los pacientes de Kibanda y Gurney (2012) y Tan et al. (2004), de igual manera Da Costa et al.(2011) manejó la temperatura del quirófano a 21-23°C, mientras que Tan et al.(2004) no manipuló la temperatura del quirófano y Kibanda y Gurney (2012) trabajó a 20°C.

El tiempo de duración del procedimiento quirúrgico, es una variable que influye en la eficacia de este soporte térmico. Durante procedimientos de corta duración y no invasivos, las colchonetas térmicas por sí solas pueden ayudar a controlar y mantener la temperatura central (Da Costa,2011). En cambio, en los procedimientos que tienen una duración mayor a sesenta minutos, se debe aplicar en el paciente un método de calentamiento adicional o sustituir la colchoneta ya que tiene efecto negativo de generar quemaduras cuando se expone por tiempo prolongado y a temperatura alta en el paciente (Kibanda y Gurney,2012).

No obstante, la efectividad de este método puede verse igualmente influenciado por la aplicación única o en conjunto con otros soportes. Tan et al, (2004) y Kibanda (2012) concluyen que el uso único de este método no es suficientemente efectivo para mantener la temperatura intraoperatoria, y que esta puede mejorar con la aplicación en conjunto con otros soportes activos o pasivos.

#### ***4.1.4.6 Manta de aire caliente forzado (FAW)***

El sistema de aire forzado consiste en un calentador eléctrico y un ventilador que generan el flujo de aire caliente dentro de una manta. Este método, se caracteriza por tener un alto costo, debido a su equipo, funcionamiento eléctrico y mantas desechables. Este soporte a sido evaluado en varios estudios en medicina humana y veterinaria, los cuales han demostrado que puede mantener la normotermia durante procedimientos quirúrgico prolongados y cortos.

La manta de aire caliente forzado tiene similar efectividad cuando se utiliza sola o en conjunto con otros métodos, esto se afirma con la evidencia encontrada en un ensayo clínico controlado aleatorizado llevado a cabo por Franklin et al. (2012) se toma como población a 238 pacientes caninos sometidos a procedimientos prolongados de celiotomía y no celiotomía, en los que se evalúa tres protocolos térmicos; en el subgrupo 1 se aplica una manta de aire forzado a 43°C junto con una manta de agua circulante caliente a 42 °C, en el subgrupo 2 únicamente se aplica la manta de aire forzado a 43°C y en el subgrupo 3 se aplica paneles calientes debajo del paciente a 41°C; se determina que los protocolos del subgrupo 1 y 2 son efectivos para prevenir la hipotermia leve al no encontrar diferencia significativa entre ellos y que el subgrupo 3 no mostró ser efectivo en la prevención de la pérdida de temperatura ya que los pacientes se mantuvieron en todo momento hipotérmicos (< 37°C). Se determina que este soporte térmico, es efectivo en la prevención de la hipotermia cuando se utiliza solo en conjunto con otros soportes. Ng et al.(2003), en su estudio con 300 pacientes humanos que se sometieron a un reemplazo total de rodilla, concluye que el uso de una manta de aire forzado caliente junto con manta de algodón tiene una efectividad significativa en la prevención de la hipotermia perioperatoria.

Por otro lado, en el ensayo realizado por Tan et al. (204) en 96 paicnetes caninos, se observa que la manta de aire caliente forzado es el segundo soporte más efectivo en la prevención de la hipotermia, presentando una diferencia significativa al mantenerse  $2.4 \pm 1.1^{\circ}\text{C}$  más caliente en comparación con la almohadilla térmica y el humidificador; no obstante la luz infrarroja de 150w junto con una manta eléctrica y botellas de agua caliente precalentadas a 41 °C fue el protocolo con mayor efectividad, al presentar  $3.1 \pm 1.1^{\circ}\text{C}$  más que los demás.

Ninguna evidencia recopilada, señala que sus pacientes sufrieron algún efecto secundario por el uso de este método, sin embargo, Henderson (2012) añade que los efectos negativos que puede ocasionar este soporte en veterinaria aún han sido reportados, sin embargo, se relacionan con los efectos en medicina humana; Marders (2002) reconoce que cuando el equipo no se encuentra bien

conectado, y el aire se libera directamente en la piel, este puede llegar generar quemaduras severas.

Kibanda y Gurney (2012) en su ensayo controlado aleatorizado, concluyen que el uso de la manta de aire caliente forzado en pacientes sometidos a cirugía en extremidades pélvicas, no es eficiente en la prevención de la hipotermia, ya que los pacientes durante el procedimiento presentaron rangos de temperaturas entre  $35,9 \pm 0.79^{\circ}\text{C}$  a  $36,4 \pm 0.7^{\circ}\text{C}$ . Sin embargo, también se considera que los pacientes presentaron desde el momento pre anestésico una diferencia significativa en su temperatura, por ello los autores pusieron en consideración la eficacia real de la manta en este estudio.

#### ***4.1.4.7 Fluidos Calientes***

El uso de fluidos de irrigación calentados es un soporte activo profundo que ha sido estudiado en humanos durante procesos de artroscopía de rodilla y codo, obteniendo resultados positivos en el manejo de temperatura intraoperatoria. Junta y Srinivasan (2008), en su estudio realizado en 24 pacientes sometidos a cirugía artroscópica de hombro, donde se calentó el fluido para irrigación a  $36^{\circ}\text{C}$  por 24 horas, se determina que la caída de temperatura fue mínima ( $0,33^{\circ}\text{C}$ ) y recomienda calentar el fluido a esa temperatura. Por otro lado Kim et al.(2009), en su estudio realizado en 50 pacientes sometidos a cirugía artroscópica de hombro, donde calentó el fluido para irrigación a  $37^{\circ}\text{C}$  por 24 horas, se determinan que con la administración del fluido caliente tuvo una incidencia de hipotermia de 17,4% mientras que el los pacientes con fluido a temperatura ambiente de 91,3%.

En caninos, se realiza el primer ensayo controlado aleatorizado por Thompson y MacFarlane (2013), en el cual 19 pacientes caninos fueron sometidos a cirugía artroscópica de codo, donde se compara el efecto de la irrigación de fluidos precalentados por 24 horas a  $36^{\circ}\text{C}$  (Grupo W) versus fluidos temperatura ambiente (Grupo RT) para evaluar la efectividad en la prevención de la hipotermia intraoperatoria; se observa que cada grupo presenta diferencia significativa desde el momento pre-anestésico hasta el final de la



cirugía; el grupo RT, registra una reducción de temperatura de  $1.06 \pm 0.58^{\circ}\text{C}$  ( $p=0,001$ ), mientras que el grupo W, registra una reducción de temperatura de  $1.53 \pm 0.76^{\circ}\text{C}$  ( $p=0,001$ ). Se observa que no existe una diferencia significativa entre grupos y que el 21,2 % de los pacientes presentan hipotermia ( $< 37^{\circ}\text{C}$ ) después de la intervención quirúrgica, por lo tanto, este método no ofrece ninguna ventaja clínicamente relevante en el mantenimiento de la temperatura corporal.

Una razón por la cual esta investigación tuvo una respuesta no deseada, es por la manera en que fue suministrado el fluido caliente al paciente; argumentan Thompson y MacFarlane (2013). Cuando un líquido o gas caliente pasa a través de un cuerpo u objeto frío, este puede ir perdiendo su calor por conducción y convección disminuyendo su efecto en el mantenimiento de temperatura en el paciente, indica Kreith, Bohn y Manglik, (2012). En este estudio, el fluido caliente fue administrado en la articulación a través de tubos de 4.8 m a una velocidad variable, este fluido disminuyó en  $0.6^{\circ}\text{C}$ , después de 12 minutos de administración.

Por otro lado, Kreith et al.(2012) argumenta que un fluido caliente que es expuesto a temperatura inferior por un periodo largo de tiempo, llega a perder calor por convección, en este estudio se pone a consideración que el fluido no fue calentado durante el proceso quirúrgico, la temperatura del fluido en el punto de salida fue de  $35.1^{\circ}\text{C}$ , posterior a los 40 minutos fue de  $32^{\circ}\text{C}$  y sobre los 60 minutos, que fue la duración promedio del procedimiento, la temperatura fue de  $29.6^{\circ}\text{C}$ . A diferencia de los estudios realizados en humanos por Kim et al. (2009) y Junta y Srinivasan (2008), que calentaron sus fluidos durante el tiempo de intervención quirúrgica en un gabinete ubicado dentro del quirófano a  $39^{\circ}\text{C}$ .

#### ***4.1.4.8 Infusión de Aminoácidos.***

La termogénesis inducida por nutrientes, es una técnica metabólica que permite la estimulación de gasto de energía en reposo y por ende producción

de calor corporal. La eficacia de este método en caninos, no depende de las concentraciones ni de la cantidad en que se administra al paciente, estos hallazgos coinciden con un ensayo clínico cruzado realizado por Takashima et al. (2016), en 7 pacientes caninos de raza Beagle sometidos a ovariectomía, donde se prepara a partir de una solución de aminoácidos al 10% (Amiparen® Otuka Pharmaceutical Factory, Inc) y solución de Ringer acetada libre de nutrientes (Solacet F; Terumo) cuatro soluciones para infusión con concentraciones diferentes. Al grupo A0 no se administra infusión de aminoácidos, solamente Ringer lactato, al grupo A6, se administra una infusión de aminoácidos al 5 % a 0,6 g/Kg/h, al grupo A9 una infusión de aminoácidos al 7,5 % a 0,9 g/Kg/h y al grupo A12 una infusión de aminoácidos al 10 % a 1,2 g/Kg/h. Estas infusiones se administraron en dos partes, 60 minutos antes de la inducción y 60 minutos después de la inducción, que corresponde a la duración del proceso quirúrgico.

Como consecuencia se observa que el grupo A12 presenta una temperatura rectal final de  $35,5 \pm 0,4$  °C mientras que el grupo A0 presenta una temperatura de  $34,3 \pm 0,2$  °C mostrando una diferencia significativa en la temperatura rectal final entre estos grupos ( $p=0,001$ ). Se resuelve que la infusión administrada en el grupo A12 mitigó la disminución de la temperatura intraoperatoria, a diferencia del grupo A0, aún así, el grupo A12 con el grupo A6 y el grupo A9 no tuvo una diferencia significativa, ya que el grupo A6 presentó una temperatura rectal final de  $34,7 \pm 0,5$ °C y el grupo A9 una temperatura final de  $34,6 \pm 0,4$ °C,. La efectividad de este método como único soporte en la prevención de la hipotermia es baja, al atenuar la pérdida de calor mas no prevenir hipotermia perioperatoria en los pacientes.

El uso de este método combinado con un soporte pasivo superficial, no es efectivo en la prevención de la hipotermia perioperatoria esto es ratificado por Clark-Price et al. (2018) en su ensayo clínico controlado aleatorizado realizado en 20 pacientes hembras caninas que fueron sometidas a ovariectomía, las cuales se dividen en grupos homogéneos y posterior a la inducción se procede con la administración de las soluciones. En el grupo 1, se administra una infusión de una solución preparada con ocho partes de solución de

aminoácidos al 10 % (Aminosyn® II, Hospira) y dos partes de solución Lactato de Ringer (Ringer-Lactato®, Hospira) a 10 ml/Kg/h y al grupo 2, se administra únicamente Lactato de Ringer (Ringer-Lactato®, Hospira) a 10 ml/kg/h; cabe recalcar que en ambos protocolos se utiliza una manta de espuma entre el paciente y la mesa quirúrgica, como soporte pasivo superficial. Si bien, se determina que existe una diferencia significativa ( $p= 0,02$ ) en la disminución de la temperatura durante el proceso perioperatoria en el grupo 2; Ringer Lactato, equivalente a 1,98°C hasta 4,52°C; también se establece que en el grupo 1 la temperatura final rectal es de 36°C y en el grupo 2 de 34,6°C; concluyendo que el uso de infusión de aminoácidos junto con la manta de espuma ayuda a la prevención de la pérdida de calor, sin embargo, no previene la hipotermia perioperatoria.

Los factores limitantes que presentaron estos estudios, fue la temperatura del quirófano, ya que a ningún momento esta fue controlada, lo que pudo provocar que el paciente pierda temperatura por convección, de igual manera, al no usar ningún otro soporte de complemento, los pacientes al ser de raza pequeña y al contacto con la mesa del quirófano, pierden temperatura por conducción (Kreith,2012). Los perros anestesiados en estos estudios, recibieron una dosis de 8.5 kJ / kg / hora, sin embargo, Davis et al.(2013), determina que la dosis de aminoácidos necesarias para dar como resultado un soporte térmico relevante en perros anestesiados debe ser de al menos 12 kJ / kg / hora de energía.

Las ventajas post operatorio que brinda este método es un tiempo de extubación más rápido; esto coincide con los estudios realizados por Takashima (2016) y Clark Price (2018). En el estudio de Takashima et al.(2016), se determina que el tiempo de extubación en el grupo A0 es de  $11,7 \pm 3,5$  minutos, en el grupo A6 es de  $13,6 \pm 3,3$  minutos, en el grupo A9 es de  $11,4 \pm 2,8$  minutos y finalmente en el grupo A12 es de  $7,7 \pm 2,6$  minutos, siendo el grupo A12 quien presenta significativamente el tiempo más corto en relación a las demás. En el estudio realizado por Clark-Price et al. (2018), se observa que el tiempo de extubación en el grupo con infusión de aminoácidos es promedio 5 minutos, mientras que el tiempo en el grupo de Ringer Lactato es

promedio 9 minutos, obteniendo una diferencia significativa en el tiempo de extubación ( $p=0,01$ ).

Asimismo, este soporte brinda una recuperación del paciente con menos temblores en post operatorio , esto es reafirmado en el estudio de Clark-Price et al. (2018), donde solamente el 30 % de los pacientes con infusión de aminoácidos presentaron temblores durante la etapa de recuperación, en tanto que, en el grupo Lactato de Ringer el 100% de los pacientes lo presentaron.

Cabe señalar que, la infusión de Aminoácidos provoca un desequilibrio bioquímico, ya que estimula las células beta del páncreas y la liberación de insulina, de igual manera actúa como sustrato en el hígado para gluconeogénesis, es decir, la insulina y la glucosa se elevan, aunque estos vuelven a su nivel basal a las 18 horas posquirúrgicas, es necesario tomar en cuenta estos datos en pacientes con diabetes, fallo renal y hepático (Zhou et al.2014).

## 5. CAPITULO V: CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN

### 5.1 Conclusiones:

Tras el desarrollo de esta revisión sistemática se concluye que para que un soporte térmico pueda ser efectivo en la prevención de la hipotermia es necesario que se aplique en conjunto con otros soportes, es decir, se debe elaborar un protocolo térmico el cual debe ser específico para cada paciente; este se debe basar en edad fisiológica, ASA, duración y tipo del procedimiento quirúrgico, protocolo anestésico y otros factores que lleguen afectar la termorregulación del paciente. Se debe tomar en cuenta de igual manera, los efectos secundarios que pueden causar cada uno de los métodos a utilizarse.

Se concluye que el fluido caliente para artroscopia y la infusión de aminoácidos junto con una manta de espuma, son métodos no efectivos para la prevención de la hipotermia perioperatoria en caninos. Por otro lado la manta de aire caliente forzado (FAW) es el único método que al utilizarlo solo o en conjunto con otros soportes ha mostrado ser efectivo para la prevención de la hipotermia perioperatoria en estos pacientes.

### 5.2 Recomendaciones:

Se recomienda realizar un ensayo controlado aleatorizado en pacientes caninos sometidos a celiotomía comparando los métodos efectivos identificados en este trabajo con el fin de evaluar el método más idóneo en este tipo de intervención quirúrgica.

Se recomienda realizar un ensayo controlado aleatorizado en pacientes caninos utilizando un protocolo térmico conformado por infusión de aminoácidos junto con un soporte superficial activo, durante cirugías electivas con el fin evaluar su efectividad en la prevención de la hipotermia perioperatoria.

Conociendo la importancia de la prevención de la hipotermia durante procedimientos bajo anestesia general y la escasez de información sobre este tema, se recomienda realizar una revisión sistemática sobre soportes térmicos que se apliquen en otras especies con el fin de abordar nuevos temas y contribuir con la medicina veterinaria.

## REFERENCIAS

- Aarnes, T. K., Bednarski, R. M., Lerche, P., & Hubbell, J. A. (2017). Effect of pre-warming on perioperative hypothermia and anesthetic recovery in small breed dogs undergoing ovariohysterectomy. *The Canadian Veterinary Journal*, 58(2), 175.
- Armstrong SR, Roberts BK, Aronsohn M (2005) 'Perioperative hypothermia'. *J Vet Emerg Crit Care*. 15(1): 32–7
- Aslam AF, Aslam AK, Vasavada BC, et al. Hypothermia: evaluation, electrocardiographic manifestations, and management. *Am J Med* 2006; 119(4):297–301
- Bornkamp, J. L., Robertson, S., Isaza, N. M., Harrison, K., DiGangi, B. A., & Pablo, L. (2016). Effects of anesthetic induction with a benzodiazepine plus ketamine hydrochloride or propofol on hypothermia in dogs undergoing ovariohysterectomy. *American journal of veterinary research*, 77(4), 351-357.
- Brodbelt, DC, Blissitt, KJ, Hammond, RA, Neath, PJ, Young, LE, Pfeiffer, DU y Wood, JL (2008). El riesgo de muerte: la investigación confidencial de las muertes perioperatorias de pequeños animales. *Anestesia y analgesia veterinaria*, 35 (5), 365-373.
- Brodeur, A., Wright, A. y Cortes, Y. (2017). Hipotermia y control de temperatura dirigido en gatos y perros. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 27 (2), 151-163.
- Carmona, A. (2016). *Universidad Austral de Chile*. Obtenido de ENCUESTA SOBRE COMPETENCIAS EN EL MANEJO ANESTÉSICO DE PEQUEÑOS ANIMALES POR MÉDICOS VETERINARIOS EN CHILE : <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2016/fvc287e/doc/fvc287e.pdf>
- Chemonges-Nielsen, S., Sommerlad, SF y Filippich, LJ (2003). Los efectos del calentamiento periférico y central sobre la temperatura corporal durante la laparotomía canina. *Practicante veterinario australiano*, 33 (2), 50-56.
- Clapham, J. C. (July, 2012). Central control of thermogenesis. *Neuropharmacology*, 63(1), 111-123. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuropharm.2011.10.014>
- Clarac, F. (January, 2008). Some historical reflections on the neural control of locomotion. *Brain Research Reviews*, 57(1), 13-21. Recuperado de:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165017307001324> doi:  
10.1016/j.brainresrev.2007.07.015

- Clark-Price, S. C., Phillips, H., Selmic, L. E., Keating, S. C., & Reagan, J. K. (2018). Effect of an intraoperative infusion of amino acids on body temperature, serum biochemistry, serum insulin, and recovery variables in healthy dogs undergoing ovariohysterectomy. *Veterinary Record*, vetrec-2017.
- Clínica Universidad de Navarra.(2020). Diccionario Médico. From Clínica Universidad de Navarra: <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/protocolo>
- Cruz, J. M., Giraldo, C. E., Fernández, E. F., & Tovar, O. E. (2009). Farmacología y uso clínico de la ketamina. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 4(1), 68-79.
- Da Costa Neto, J. M., Uscátegui, R. A. R., Carneiro, R. L., da Nóbrega, P. I., & Brito, M. A. (2011). Control de hipotermia con colchón térmico en perras durante ovario-histerectomía. *Revista de Medicina Veterinaria*, (22), 11-19.
- Davies, T. (2012). How to prevent perioperative hypothermia in the dog and cat: causes and consequences. *The Veterinary Nurse*, 3(1), 42-47.
- Dávila, A. J. L. (2014). Actualidad en termorregulación. *PENSAR EN MOVIMIENTO: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*, 12(2), 1-36.
- Davis, H., Jensen, T., Johnson, A., Knowles, P., Meyer, R., Rucinsky, R. y Shafford, H. (2013). Directrices de 2013 de la terapia de fluidos AAHA / AAFP para perros y gatos. *Revista de la asociación estadounidense de hospitales para animales* , 49(3), 149-159.
- Flouris, A. D. (January, 2011). Functional architecture of behavioral thermoregulation. *European Journal of Applied Physiology*, 111(1), 1-8. Recuperate de: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00421-010-1602-8> doi:  
10.1007/s00421-010-1602-8
- Franklin, M. A., Roachat, M. C., Payton, M. E., Broaddus, K. D., & Bartels, K. E. (2012). Comparison of three intraoperative patient warming systems. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 48(1), 18-24.
- Hart, S. R., Bordes, B., Hart, J., et al. (2011) Unintended perioperative hypothermia. *Ochsner Journal* 11, 259-270



- Industrial Health, 44(3), 359-367. doi: <http://dx.doi.org/10.2486/indhealth.44.359>
- Junta, TN, y Srinivasan, MS (2008). El efecto de la temperatura del líquido de riego en la temperatura corporal central en la cirugía artroscópica de hombro. *Archivos de cirugía ortopédica y traumatológica*, 128 (5), 531-533.
- Just B, Trévien V, Delva E Lien- hart A (1993) Prevention of intraoperative hypothermia by preoperative skin-surface warming. *Anesthesiology* 79(2): 214–8
- Kelly, J. A., Doughty, J. K., Hasselbeck, A. N., & Vacchiano, C. A. (2000). The effect of arthroscopic irrigation fluid warming on body temperature. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*, 15(4), 245-252.
- Kibanda, J. O., & Gurney, M. (2012). Comparison of two methods for the management of intraoperative hypothermia in dogs. *Veterinary record*, 170(15), 392-392.
- Kim, YS, Lee, JY, Yang, SC, Song, JH, Koh, HS y Park, WK (2009). Estudio comparativo de la influencia de la temperatura ambiente y la irrigación con líquidos calientes en la temperatura corporal en la cirugía artroscópica de hombro. *Artroscopia: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 25 (1), 24-29.
- Kreith, F., Bohn, M. S., & Manglik, R. M. (2012). *Principios de transferencia de calor*. Cengage Learning Editores.
- Leben J, Tryba M (1997) Pre-vention of Hypothermia during Surgery: Contribu- tion of Convective Heating System and Warm Infu- sion. *Annals of the New York Academy of Sciences* 15(813): 807–11
- Lenhardt, R. (2010). El efecto de la anestesia en el control de la temperatura corporal. *Front Biosci (Schol Ed)*, 2 (1 de junio), 1145-54.
- Marders J (2002) FDA encourages the reporting of medical device adverse events: free hosing hazards. Report Adverse Events 1. [On-Line]. Newsletters/html/2002/ f a l l / 0 9 r e p o r t e v e n t s . htm#references. Available from: <http://www.apsf.org>. (accessed 28 February, 2011)
- Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med* 6(6): e1000097. doi:10.1371/journal.pmed1000097.
- Morrison, S. F., & Nakamura, K. (2011). Central neural pathways for thermoregulation. *Frontiers in Bioscience*, 16, 74-104. doi: <http://dx.doi.org/10.2741/3677>
- Muir, W. (2008). *Manual de Anestesia Veterinaria*. España: Elsevier.

- Murison P (2001) Prevention and treatment of perioperative hypothermia in animals under 5kg bodyweight. In Practice 23: 412–8
- Nagashima, K. (2006). Central mechanisms for thermoregulation in a hot environment.
- Ng, SF, Oo, CS, Loh, KH, Lim, PY, Chan, YH y Ong, BC (2003). Un estudio comparativo de tres intervenciones de calentamiento para determinar la más efectiva en el mantenimiento de la normotermia perioperatoria. *Anestesia y Analgesia* , 96 (1), 171-176.
- Otero, P . (2012). *Protocolo anestésicos y manejo del dolor en pequeños animales*. Buenos Aires: Inter-Médica.
- Palomino Díaz, H. S. (2018). Evaluación de un protocolo para mantener la normotermia durante un procedimiento de profilaxis dental en la clínica veterinaria de la Universidad de las Américas.
- Patiño, J. (2017). *CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS PRINCIPALES FÁRMACOS UTILIZADOS EN PERROS DOMÉSTICOS DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DEL PROCESO ANESTESICO*. (J. Patiño, Productor) Obtenido de UTMACH: [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/11360/1/DE00003\\_EXAMENCOMPLEXIVO.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/11360/1/DE00003_EXAMENCOMPLEXIVO.pdf)
- Plumb, D. (2010). *Manual de Farmacología Veterinaria*. Buenos Aires: Inter-Médica.
- Polderman KH, Herold I. Therapeutic hypothermia and controlled normothermia in the intensive care unit: practical considerations, side effects, and cooling methods. *Crit Care Med* 2009; 37(3):1101– 1120
- Posner, L. (2007). Perioperative hypothermia in veterinary patients. *NAVCA Clin Brief*, 5, 19-23
- Potter, J., Murrell, J., & MacFarlane, P. (2015). Comparison of two passive warming devices for prevention of perioperative hypothermia in dogs. *Journal of Small Animal Practice*, 56(9), 560-565.
- Pottie, R. G., Dart, C. M., Perkins, N. R., & Hodgson, D. R. (2007). Effect of hypothermia on recovery from general anesthesia in the dog. *Australian Veterinary Journal*, 85(4), 158-162.
- Rigotti, C. F., Jolliffe, C. T., & Leece, E. A. (2015). Effect of prewarming on the body temperature of small dogs undergoing inhalation anesthesia. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 247(7), 765-770.

- Roberts M, Chilgren J, Zygmunt A. Effect of temperature on alphaadrenoceptor affinity and contractility of rabbit ear blood vessels. *J Vasc Res* 1989; 26(4):185–196.
- Robertson V., Ward A., Low J., and Reed A., Infrared and Visible Radiation, In: *Electrotherapy Explained*.
- Robertson, S. Hipotermia: más importante de lo que crees Actas del Congreso Mundial de la Asociación Veterinaria de Pequeños Animales, 2015
- Sessler DI (1997) Perioperative Thermoregulation and Heat Balance. *Annals NY Acad Sci* 813: 757–77
- Sessler DI (2000) Perioperative heat balance. *Anesthesiology* 92(2): 578–96.
- Seymour C, Gleed R (1999) Postoperative care. Chapter 3. In: Holden D, ed. *BSAVA Manual of Small Animal Anaesthesia and Analgesia*, BSAVA, UK.
- Takashima, S., Shibata, S., Yamada, K., Ogawa, M., Nishii, N., & Kitagawa, H. (2016). Intravenous infusion of amino acids in dogs attenuates hypothermia during anaesthesia and stimulates insulin secretion. *Veterinary anaesthesia and analgesia*, 43(4), 379-387
- Tan, C., Govendir, M., Zaki, S., Miyake, Y., Packiarajah, P., & Malik, R. (2004). Evaluation of four warming procedures to minimise heat loss induced by anaesthesia and surgery in dogs. *Australian veterinary journal*, 82(1?2), 65-68.
- Thompson, K. R., & MacFarlane, P. D. (2013). Effect of irrigation fluid temperature on body temperature during arthroscopic elbow surgery in dogs. *Open veterinary journal*, 3(2), 114-120.
- Todd J. Hypothermia. In: Silverstein D, Hopper K. eds. *Small Animal Critical Care Medicine*. 2nd ed. St. Louis: Elsevier Saunders; 2015; pp. 789–795
- Tünsmeier, J., Bojarski, I., Nolte, I., & Kramer, S. (2009). Intraoperative use of a reflective blanket (Sirius® rescue sheet) for temperature management in dogs less than 10 kg. *Journal of Small Animal Practice*, 50(7), 350-355.
- Werlhof V (1996) Hotline Fluid Warming Fails to Maintain Normothermia. *Anesthesiology* 84(6): 1520–1
- Zhou, P., Ge, S., Wang, Y., Xiong, W., Wang, T. y Xue, Z. (2014). Infusión de Novamin: un nuevo método para curar los temblores postoperatorios con hipotermia. *Revista de Investigación Quirúrgica* , 188 (1), 69-76.

