

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA

TRABAJO DE GRADO:
PRESIÓN ARTERIAL EN CANINOS- MONOGRAFÍA.

MARÍA ALEJANDRA AVENDAÑO BELTRÁN

10511521438

DRA ADRIANA MARÍA PEDRAZA

Director Trabajo de grado

Bogotá, mayo de 2020

Contenido

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	viii
JUSTIFICACIÓN	ix
OBJETIVOS	xi
Objetivo General.....	xi
Objetivos Específicos.....	xi
MATERIALES Y MÉTODOS	xii
Tipo de estudio.....	xii
Metodología.....	xii
Bases de datos.....	xii
Artículos.....	xii
Palabras clave.....	xii
1. MARCO TEÓRICO.....	1
Sistema cardiovascular.....	1
Anatomía.....	1
Corazón.....	1
Vasos sanguíneos.....	2
Fisiología Cardiovascular	3

Ciclo cardiaco	3
Circulación sistémica y pulmonar.....	5
Presión arterial	7
Factores que determinan la presión arterial.	8
Control neuronal, hormonal y renal de la presión arterial.	9
¿Que mide la Pa?	16
Determinación de la presión arterial.	19
Lugares comunes del animal para medir la Pa.....	20
Métodos de toma de la PA.	22
Valores normales de Pa.....	37
Alteraciones de la Pa.....	41
Hipertensión Arterial (HTA).....	41
Principales causas de HTA	44
Consecuencias del aumento de la Pa:	50
Hipotensión Arterial.....	54
Factores que afectan la expresión de valores normales	55
Sexo.....	56
Temperatura ambiental	57
Ejercicio, excitación y entrenamiento.....	57
Obesidad	58

Edad	60
DISCUSIÓN	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	40
Tabla 2	41
Tabla 3	45
Tabla 4	60
Tabla 5	60

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Explicación anatómica del corazón.	2
Ilustración 2. Representa la circulación sistémica y pulmonar de una forma gráfica. Recuperado de: shorturl.at/gqu03	7
Ilustración 3. registro de presión arterial de 24 horas.	15
Ilustración 4: Manguito en la base de la cola de un felino.....	20
Ilustración 5. Manguito en el codo	21
Ilustración 6. Manguito en extremidad posterior en un canino	21
Ilustración 7. Medición de la Pa en la arteria safena	22
Ilustración 8. Ubicación de cateter intraarterial.....	23
Ilustración 9. Catéter arterial colocado en la arteria pedal dorsal.....	23
Ilustración 10. Comparación de los métodos de monitoreo de Pa.....	24
Ilustración 11. Juego de manguitos de pediatría.....	25
Ilustración 12. Instrumento de medición Doppler en perros.....	26
Ilustración 13. Medición con cinta métrica del diámetro de la extremidad.....	27
Ilustración 14. Imagen del equipo de Fotopletismografía. Recuperado de: shorturl.at/dCLMQ	28
Ilustración 15. Sistema oscilométrico automático en canino.....	30
Ilustración 16. Ejemplos de brazaletes inflables.....	31
Ilustración 17 Equipo HDO.	32
Ilustración 18. Gráficas en computador por HDO.	33
Ilustración 19. Ilustración de esfigmomanómetro de medicina humana.	34

Ilustración 20. Tiemplo de aclimatación del paciente con el examinador	34
Ilustración 21. Adecuación del manguito según el tamaño de la extremidad.....	35
Ilustración 22.El propietario está presente al momento de la medición	36
Ilustración 23.Tabla de medición de la Pa realizada.....	38
Ilustración 24. Estudio de medición de Pa en caninos.....	40
Ilustración 25. Prevalencia de ERC en el perro en función de la edad. (Adams,1995, en Elliot y Lefebvre, 2006).....	45
Ilustración 26. Mecanismos por los cuales la HTA acelera la progresión de ERC	46
Ilustración 27mecanismos de la HTA en diabetes.....	49
Ilustración 28. Mecanismos de aumento del riesgo cardiovascular.....	50
Ilustración 29. Hipertrofia ventricular izquierda y endocarditis secundaria a HTA (Stepien, 2002).....	51
Ilustración 30. Hifema secundario y desprendimiento de retina secundario a HTA (Stepien, 2002).....	52
Ilustración 31. Hemorragias en la conjuntiva esclerótica.	52
Ilustración 32. Tabla de analogía de edad entre humanos y mascotas.....	62

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La presión arterial (PA) es un parámetro fisiológico de gran utilidad para el diagnóstico de enfermedades en medicina humana. Sin embargo, en medicina veterinaria su determinación no forma aún parte de la práctica diaria. (Graiff, 2005).

El método clásico de determinación de PA por esfigmomanómetro en medicina humana, que consta de un manguito inflable, un manómetro y un estetoscopio, no es de fácil realización en pequeños animales, debido a la conformación anatómica del miembro y la poca intensidad de los sonidos (sonidos Korotkov) producidos por la onda de pulso arterial. Es por eso por lo que es necesaria la utilización de cierta tecnología, para poder realizar correctamente la medición de la PA en forma no invasiva (Mucha, 2007). Por ende, se reconoce la necesidad de mostrar la importancia de realizar la toma de la Presión arterial de forma rutinaria en el examen clínico general ya que la detección de hipo o hipertensión ayudan al medico a evitar problemas a futuro en la salud del paciente.

JUSTIFICACIÓN

Esta monografía tiene como fin explicar con claridad en qué consiste la toma de presión arterial en caninos, su importancia, diferencia de resultados según la edad y dar una visión general del tipo de patologías o alteraciones que se pueden encontrar en el paciente si se realiza diariamente en el examen clínico, ya que la comprensión adecuada del tema sirve como una guía para crear estrategias de atención en las clínicas y proporciona información útil para el diagnóstico precoz de enfermedades. (Kim et al, 2018).

En el entorno clínico, la medición precisa y reproducible de la presión arterial es esencial para la detección y el manejo adecuados de la hipo- o hipertensión (Vachon, Belanger y Burns, 2014).

El método de toma es fácil, no invasivo y de utilidad ya que la presión arterial puede estar alterada sin necesariamente mostrar sintomatología y que el animal se vea aparentemente sano.

El diagnóstico de una alteración en la presión arterial (aumento o disminución) y su adecuado tratamiento evita futuros efectos secundarios y predisposición a algunas enfermedades en los animales.

Su determinación es importante porque el diagnóstico temprano de hipertensión puede coadyuvar en el tratamiento de afecciones cardíacas, renales, endocrinas y neurológicas, así como la obesidad, entre otras. (Cainzos, R., Koscinczuk, P. y Ferreiro, M., 2014).

Adicionalmente se debe tener en cuenta el estado del animal en el momento de la medición, ya que, si se encuentra muy excitado o nervioso, los niveles de cortisol pueden aumentar por el estrés cambiando en gran medida los valores resultantes. Un error frecuente también es no tener el conocimiento necesario de cómo se realiza correctamente el procedimiento, un ejemplo de esto es usar un manguito del ancho incorrecto; así, si el manguito es demasiado grande se obtendrá una lectura más baja que la real, y si es demasiado pequeño, está flojo, o no ocluye la

arteria, la lectura será mayor (Redondo et al, 2005).

Otro factor importante es que en nuestro país la medición de la presión arterial sistémica no es una práctica habitual en las clínicas veterinarias de pequeños animales y por otro lado en la literatura española existen pocas publicaciones de casos clínicos del tema como afirman Font y Fernández. En humanos se sabe que con la edad las arterias pierden fibras de elastina, volviéndose rígidas y por consiguiente la presión arterial aumenta (Pagoulatou, 2017; Butlin y Avolio, 2018), pero en caninos, la falta de literatura sobre los cambios arteriales debidos al envejecimiento en perros limita mucho el uso de esta herramienta diagnóstica.

OBJETIVOS

Objetivo General.

Realizar una revisión de literatura amplia y profunda acerca de la presión arterial en caninos.

Objetivos Específicos

Describir las diferentes formas de evaluar la presión arterial de forma no invasiva en caninos.

Realizar una comparación de los reportes de literatura acerca de la presión arterial en perros geriátricos sanos y perros adultos jóvenes sanos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de estudio.

Estudio no experimental, de tipo descriptivo.

Metodología.

En el presente trabajo se realizó en una revisión de literatura actualizada, profunda y precisa, basada en un diseño no experimental. Se utilizó un método descriptivo, con el objetivo de organizar en un mismo documento la información con la presión arterial en perros.

Bases de datos

Para esta revisión de literatura se utilizaron las bases de datos Pubmed, Medline, Web of Science y Science Direct.

Artículos

Se escogieron artículos preferiblemente en inglés. Se incluyeron tantos artículos de investigación, así como artículos de revisión y se revisaron artículos tanto de literatura de medicina humana como veterinaria sin seleccionar un periodo específico, pero hubo preferencia por artículos de los últimos 10 años.

Palabras clave.

Las palabras clave que se utilizaron para realizar la búsqueda fueron: Blood pressure (BP), Dogs, Arterial stiffness, hypertension, White coat effect.

MARCO TEÓRICO

Sistema cardiovascular

Anatomía.

El complejo sistema cardiovascular tiene por función originar y mantener la circulación sanguínea. Está integrado por un órgano central, el corazón, que actúa como una bomba y es el encargado de crear el impulso necesario para que la sangre, a través de un sistema adecuado de distribución, irrigue los tejidos. (Llanio R y Perdomo G, 2003, p100).

Corazón

Órgano central del sistema cardiovascular, es un órgano hueco de cuatro cámaras, compuesto principalmente por músculo cardíaco y se localiza en el mediastino de la cavidad torácica. En el caso de los caninos está entre la tercera y la séptima costilla. Mediante el movimiento alternado de contracción y relajación del músculo cardíaco, el corazón ejerce una función de bomba para hacer circular la sangre en los vasos sanguíneos. (Köing,2005 .p.154).

El corazón, por tanto, consta de dos bombas combinadas en un solo órgano. La bomba derecha recibe sangre desoxigenada (venosa) del cuerpo y la bomba izquierda recibe la sangre oxigenada (arterial) de los pulmones (Dyce, Sack, & Wensing,2015).

Atrio derecho: Desembocan las venas cavas y el seno coronario.

Atrio izquierdo: Recibe sangre oxigenada que viene de las venas pulmonares.

Ventriculo derecho: Recibe sangre venosa desde el atrio derecho y la bombea hacia los pulmones.

Ventriculo izquierdo: Impulsa la sangre a la arteria aorta, la cual lleva sangre a la mayor parte del cuerpo.

(Köing,2005. p.154)

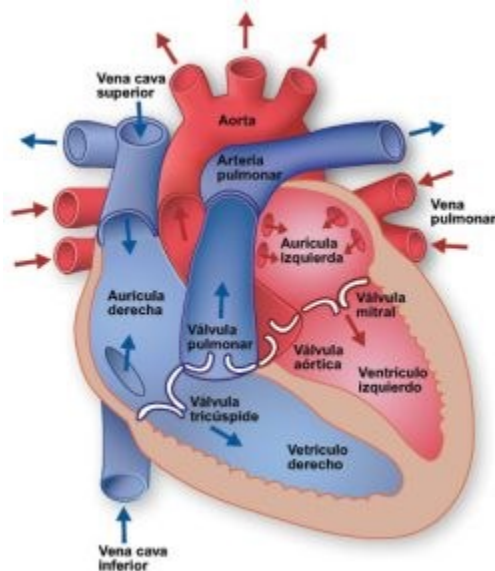


Ilustración 1. Explicación anatómica del corazón.

Recuperado de: shorturl.at/tEMOS

Vasos sanguíneos.

Constituyen un sistema tubular cerrado y se encuentran en todo el cuerpo del animal. Las arterias se ramifican en arteriolas y capilares y se reúnen para el flujo de regreso en las vénulas postcapilares y las venas. (Köing, 2005).

Arterias: Son vasos cuyas paredes están formadas por tres capas (capa interna o endotelio, capa media o muscular y capa externa o adventicia), a medida que las arterias se hacen más pequeñas aumenta en proporción la capa muscular y disminuye el contenido elástico, que es muy abundante en grandes vasos (Chiappe y Marino, 2012). Ello explica las principales características de las arterias: la elasticidad y la contractilidad (Koing, 2005).

Capilares: Vasos microscópicos que conectan las arteriolas con las vénulas. Se sitúan entre las células del organismo en el espacio intersticial para poder facilitar el intercambio de sustancias entre la sangre y las células. (Tortosa, 2009).

Venas: Aunque de paredes más delgadas, las venas más grandes tienen estructura similar a la de las arterias, aunque las tunicas interna y media son delgadas. La capa muscular y elástica es mucho más fina que en las arterias porque presentan una menor cantidad de fibras tanto elásticas como musculares. La capa externa (adventicia) es más gruesa y contiene más tejido conjuntivo (Dyce et al, 2015).

Fisiología Cardiovascular

La función del aparato cardiovascular es transportar oxígeno y nutrientes que son requeridos por las células para la salud y la vida, remover de desechos metabólicos y facilitar el transporte de gases, fluidos, electrolitos, etc. (Stephenson, 2009, p.178).

Ciclo cardiaco

Se define como el conjunto de acontecimientos que ocurren entre la generación de un latido hasta el comienzo del siguiente. Este ciclo se repite en forma indefinida en el tiempo durante toda la vida del animal (Dantín, 2018).

Diástole - Período de relajación ventricular y llenado

Durante la sístole ventricular se acumulan grandes cantidades de sangre en las aurículas derechas e izquierda porque las válvulas AV están cerradas. Por tanto, tan pronto como ha finalizado la sístole y las presiones ventriculares disminuyen de nuevo a sus valores diastólicos bajos, el aumento moderado de presión que se ha generado en las aurículas durante la sístole ventricular inmediatamente abre las válvulas AV y permite que la sangre fluya rápidamente hacia los ventrículos. Durante el último tercio de la diástole las aurículas se contraen y aportan un impulso adicional al flujo de entrada de sangre hacia los ventrículos; este fenómeno es responsable de aproximadamente el 20% del llenado de los ventrículos durante cada ciclo cardíaco. (Guyton y Hall, 2011, p. 106).

Sístole - Contracción isovolumétrica

Una vez los ventrículos están completamente llenos, llega un impulso eléctrico al sistema His-Purkinje que permite la despolarización ventricular y con ello la contracción. Inmediatamente después del comienzo de la contracción ventricular se produce un aumento súbito de presión ventricular, lo que hace que se cierren las válvulas AV. Por tanto, durante este período se produce contracción en los ventrículos, pero no vaciado ya que las válvulas semilunares se encuentran cerradas. Esto se denomina período de contracción isovolumétrica, lo que quiere decir que se produce aumento de la tensión en el músculo, pero con un acortamiento escaso o nulo de las fibras musculares. (Guyton y Hall, 2011, p. 106).

Sístole - Período de eyección

Cuando la presión ventricular izquierda aumenta ligeramente por encima de 80 mmHg (y la presión ventricular derecha ligeramente por encima de 8 mmHg), las presiones

ventriculares abren las válvulas semilunares. Inmediatamente comienza a salir la sangre de los ventrículos, de modo que aproximadamente el 70% del vaciado de la sangre se produce durante el primer tercio del período de eyección y el 30% restante del vaciado durante los dos tercios siguientes. Por tanto, el primer tercio se denomina período de eyección rápida y los dos tercios finales período de eyección lenta. (Guyton y Hall, 2011, p. 106).

Diástole - Relajación isovolumétrica

Al final de la sístole comienza súbitamente la relajación ventricular, lo que permite que las presiones interventriculares derecha e izquierda disminuyan rápidamente (Guyton y Hall, 2011, p. 106). Una vez que la expulsión finaliza, la presión de las grandes arterias iguala o supera a la existente en los ventrículos y de este modo las válvulas semilunares se cierran (Singolani, 2000). Se le llama relajación isovolumétrica porque no hay cambios de volumen, ya que las válvulas auriculoventriculares se encuentran cerradas (Chiappe y Marino, 2012).

Circulación sistémica y pulmonar

Sistémica

Es la encargada de llevar la sangre oxigenada a todos los órganos y tejidos para posteriormente retornar a los pulmones para volver a ser oxigenada, pasando primero por el corazón (Stephenson, 2009, p.242).

Los vasos sanguíneos emiten numerosas ramas que forman circuitos paralelos que aportan la sangre a los distintos órganos y tejidos del organismo. Esta distribución paralela permite que cada tejido regule su propio flujo sanguíneo en mayor grado, independientemente del flujo de los demás tejidos (Guyton y hall, 2011).

Esta circulación comienza en el ventrículo izquierdo, que con cada latido expulsa la sangre que contiene a través de la arteria aorta. Esta sangre llega a todas las células del organismo a través de sus sucesivas ramificaciones. Las células obtienen el oxígeno y los nutrientes que necesitan de esta sangre, y a ella vierten las sustancias de desecho. La sangre con poco oxígeno vuelve entonces al corazón a través de las venas cavas que desembocan en la aurícula derecha (García, 2009).

Pulmonar

Es un sistema de baja presión y con poca resistencia al flujo (Cingolani, 2000). Envía sangre a los pulmones cargada de dióxido de carbono (CO_2) y es aquí donde ocurre el intercambio y el CO_2 es reemplazarlo por oxígeno (Stephenson, 2009, p.242).

Comienza en el ventrículo derecho, durante la sístole éste se contrae e impulsa la sangre a través de la arteria pulmonar, que no lleva la sangre a todo el organismo, sino solamente a los pulmones (García, 2009). Esta arteria se va ramificando y finalmente forma unos vasos sanguíneos muy pequeños llamados capilares pulmonares a los que llega la sangre cargada de dióxido de carbono (CO_2) y es aquí donde ocurre el intercambio y el CO_2 es reemplazarlo por oxígeno Así, se obtiene de nuevo una sangre oxigenada lista para llevar de nuevo el oxígeno a todo el organismo (Stephenson, 2009, p.242).

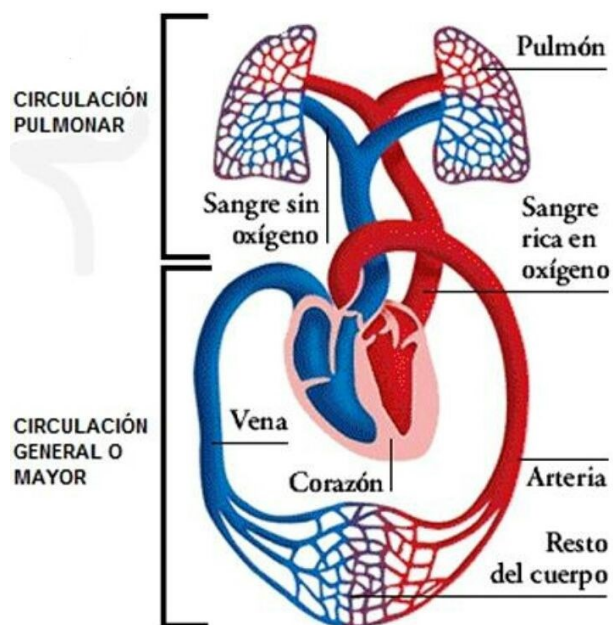


Ilustración 2. Representa la circulación sistémica y pulmonar de una forma gráfica. Recuperado de: shorturl.at/gqu03

Presión arterial

La presión arterial (Pa) se define como la fuerza que ejerce la sangre contra cualquier área de la pared arterial y se expresa a través de las diferentes formas de medición como por ejemplo la Pa Sistólica, Pa Media, Pa Diastólica y presión de pulso, la fórmula para hallar la Pa es: Gasto Cardíaco x Resistencia Vasculat Sistémica. (Mucha, 2007, p.4).

Según Villagrata y Cáscales (1999) para el mantenimiento de la Pa dentro de unos valores normales, es necesario para asegurar el correcto metabolismo de las diferentes estructuras tisulares y en particular de aquellas que presentan elevada resistencia y que son más sensibles a los cambios de Pa como lo son el cerebro, riñón, corazón, globo ocular, etc. La Pa, es controlada por una serie de mecanismos cardíacos, vasculares, hormonales y nerviosos que la mantienen dentro de un rango normal.

Factores que determinan la presión arterial.

Resistencia vascular sistémica (RVS)

Es la fuerza que se opone al flujo sanguíneo. Ésta aumenta al disminuir el diámetro sobre todo de las arteriolas y está controlada por el sistema nervioso autónomo. Un aumento en la RVS aumentará la presión en las arterias y viceversa. (Méndez, 2007).

La mayor resistencia al flujo reside en las arteriolas. Este tipo de vaso presenta diámetros pequeños, sin embargo, se encuentran rodeadas de fuertes paredes musculares que permiten que su diámetro interno cambie enormemente cuando así se requiera. Las arteriolas pueden entenderse como las "compuertas de la circulación sistémica" pues al contraerse y dilatarse determinan el flujo de sangre que alcanza el lecho capilar (Dantín, 2018).

La RVS depende fisiológicamente de 2 determinantes:

Diámetro de los vasos sanguíneos: De acuerdo con la ley de Poiseuille, al disminuir el diámetro de los vasos sanguíneos la resistencia aumenta, disminuyendo de esta forma el flujo de sangre al tejido (Mohrman, Heller, 2007).

Viscosidad de la sangre: La viscosidad de la sangre hace que su movimiento a través de los vasos ejerzan una tensión excesiva sobre las paredes del vaso, por lo tanto, entre más viscosa sea la sangre, se genera mayor resistencia (Mohrman, Heller, 2007).

Vasoconstricción o vasodilatación

Según Guyton y Hall (2009) el sistema cardiovascular debe hacer ajustes en forma constante en el diámetro de sus vasos sanguíneos, porque las necesidades metabólicas del cuerpo cambian de forma continua y permanente. Los propósitos de estos cambios vasculares son:

- a) controlar la velocidad del flujo sanguíneo a través de determinados tejidos (el trabajo de las arteriolas).
- b) regular la distribución del volumen sanguíneo y del llenado cardíaco (el trabajo de las venas).

Estos ajustes del diámetro se hacen regulando la actividad contráctil de las células del músculo liso vascular, presentes en las paredes de todos los vasos, excepto en los capilares. (Mohrman y Heller, 2007).

Gasto cardíaco

Es el flujo total de sangre o volumen de sangre que eyecta el ventrículo por unidad de tiempo (un minuto). El GC está determinado por el volumen de sangre bombeado por el ventrículo en cada latido o volumen sistólico (VS) y por el número de latidos por minuto o frecuencia cardíaca (FC) (Tortosa, 2007).

Se debe tener en cuenta que hay varios factores que pueden cambiar el GC, como la edad del animal, el tamaño del cuerpo, ejercicio o reposo (Guyton, 2000).

Control neuronal, hormonal y renal de la presión arterial.

Neuronal

El control neuronal está regulado principalmente por el sistema nervioso central (SNC) con sus ramas simpática y parasimpática. Adicionalmente, existen diversos y diferentes

reflejos neuronales que ayudan a la regulación del sistema cardiovascular. Dentro de estos reflejos encontramos principalmente el reflejo de barorreceptores de alta presión o reflejo de Marey, el cual evita las fluctuaciones excesivas de la presión sanguínea, controla la adaptación rápida del sistema cardiovascular ante situaciones agudas de hipotensión, cambios posturales o de volemia, disturbios metabólicos o estrés ambientales, y en respuesta a fármacos vasoactivos. (Duarte, 2004, p5). Los barorreceptores están ubicados en lugares estratégicos del cuerpo como el arco aórtico y los senos carotídeos, que se deforman con los cambios en la presión arterial. Estas deformaciones mecánicas evocan señales nerviosas aferentes que son proporcionales a la presión arterial. (Michael y Limberg, 2014).

Los reflejos nerviosos mandan impulsos aferentes al sistema nervioso central (SNC), que alteran de forma refleja el gasto cardíaco y la resistencia vascular (en los órganos no vitales) para mantener la presión en su nivel normal (Stephenson, 2014, p246). Según la situación se inhibe o estimula la actividad simpática, por ejemplo, cuando se presenta hipertensión actúan los mecanismos inhibitorios para así disminuir la FC y la vasoconstricción (Dantín, 2018).

Según Guyton y Hall (2011) cuando la Pa disminuye, las señales nerviosas: aumentan la fuerza de bomba del corazón, provocan la contracción de los grandes reservorios venosos para aportar más sangre al corazón, y una constricción generalizada de la mayoría de las arteriolas a través del organismo, con lo que se acumula más sangre en las grandes arterias para aumentar la presión arterial.

La limitación del mecanismo reflejo es que pierde su capacidad de control después de 24 o 48 horas, debido a que los barorreceptores aumentan su umbral de excitabilidad cuando

el estímulo se prolonga (Mérida, León y Hernández, 2004).

Humoral

Se encuentran aquellas sustancias que son liberadas a sangre y tienen su órgano blanco a distancia respecto del sitio donde se originaron (hormonas) (Dantín, 2018).

Es un mecanismo de acción lento para el control de la presión arterial que se activa al cabo de horas. Implica la secreción de hormonas que regulan el volumen sanguíneo, el gasto cardíaco y las resistencias vasculares (Tortosa, 2009).

Sistema renina-angiotensina-aldosterona (SRAA)

Según Dantín (2018) El proceso de síntesis de Angiotensina involucra la acción de la renina, que es una enzima producida por las células yuxtglomerulares renales que se libera en respuesta a factores como la disminución de la presión arterial, la depleción de cloruro de sodio y la actividad simpático-adrenérgica. Cuando se libera actúa con el Angiotensinógeno para obtener Angiotensina I, que es tomada como sustrato por una enzima llamada Enzima convertidora de angiotensina (ECA), resultando de esto Angiotensina II que aumenta la presión arterial mediante dos mecanismos:

-Vasoconstricción arteriolar, ocasionando un aumento de la resistencia vascular periférica.

- Aumenta el volumen de sangre. Para esto, estimula de la secreción de aldosterona, aumentando la reabsorción renal de Na^+ y agua y ocasionando finalmente un aumento de la volemia. (Tortosa, 2009).

Adicionalmente Mucha (2007) menciona en su artículo que la Aldosterona presenta otras características como favorecer la eliminación de potasio y magnesio, lo que puede provocar la aparición de arritmias y se piensa que también interviene en los procesos de

fibrosis del miocardio.

Según Singolani (2000) el SRAA es el mecanismo más importante para el control cardiovascular en la homeostasis y la hipertensión arterial.

Adrenalina y noradrenalina

Estas hormonas se liberan en la médula suprarrenal por activación del sistema nervioso simpático. Ocasionalmente ocasionan un aumento del gasto cardíaco al aumentar la contractilidad y la frecuencia cardíaca. También aumentan la resistencia periférica al producir vasoconstricción arteriolar. Adicionalmente, inducen vasoconstricción venosa en la piel y vísceras abdominales, aumentando el retorno venoso. (Tortosa,2009).

Hormona antidiurética (ADH)

Esta hormona se produce en el hipotálamo y se almacena en la hipófisis. Su función principal se ejerce en el balance hídrico, por ende, se libera cuando la volemia disminuye produciendo reabsorción de agua en los túbulos renales y vasoconstricción arteriolar. (Singolani, 2000).

El dolor, la náusea, la hipoxia y algunas hormonas y neurotransmisores (acetilcolina, histamina, dopamina, angiotensina II, etc.) estimulan su liberación y el péptido natriurético auricular, el ácido gamma-aminobutírico y los opioides la inhibe (Mérida et al, 2004).

Péptidos natriuréticos

Existen dos tipos de péptidos natriuréticos: el péptido natriurético auricular PNA, el cual se libera por el estiramiento de las células auriculares cardíacas y el péptido natriurético ventricular o PNV, el cual es producido por el estiramiento de las células ventriculares. (Tortosa, 2009).

Óxido nítrico (ON)

Es un vasodilatador producido por el endotelio en respuesta a hormonas vasoconstrictoras. Su síntesis está controlada por la enzima endotelial ON sintetasa. (Bellido, 2003). La acción más trascendente en el control de la presión arterial es la relajación del músculo liso vascular, también abre los canales de potasio y por consiguiente causa hiperpolarización de su membrana (Mérida et al, 2004).

Actividad renal

La función principal de la autorregulación renal en circunstancias fisiológicas es evitar que la presión arterial sistólica excesivamente alta dañe la estructura vascular glomerular (Post & Vicent, 2018), mediante la secreción de hormonas y la regulación del volumen de sangre (Guyton y Hall, 2011). Es importante tener en cuenta que la descarga simpática y agentes vasopresores pueden afectar directamente la autorregulación renal y, por lo tanto, pueden dificultar la interpretación de los resultados (Post & Vicent, 2018).

Nishi, Bergamaschi y Campos (2015) mencionan que la relación entre el SNC y los riñones a través de los nervios renales aferentes y eferentes es un mecanismo importante en la regulación del sistema cardiovascular.

Regula la Pa mediante lo que se conoce como diuresis y natriuresis de presión, es decir que ante el aumento de la PA excreta sodio y agua y realiza lo contrario cuando la PA disminuye. (Mucha, 2007). Ante cambios en el flujo sanguíneo renal se modifica la tasa de filtración glomerular regulando la constricción de la vasculatura renal y la liberación de renina de células yuxtglomerulares (Nishi et al, 2015).

Además, el PNA tiene acciones a nivel renal que contribuyen a la estabilización de la PA luego de una crisis hipertensiva, mediante la eliminación renal de sodio y de agua cuando

la presión arterial se incrementa (Dantín, 2018).

Post & Vicent (2018) menciona que tanto el shock hemorrágico como el séptico pueden alterar la autorregulación renal, pero el óxido nítrico, la endotelina I y las especies reactivas de oxígeno actúan como moduladores.

Ritmos circadianos

Los ritmos circadianos en la función fisiológica se han identificado en organismos que van desde cianobacterias hasta seres humanos. En eucariotas y mamíferos más altos, un reloj central reside en el núcleo supraquiasmático (SCN) del cerebro y está directamente entrenado por la luz (Franklin, Brien y Staessen, 2016)

Los relojes periféricos están presentes en otras áreas del cerebro y en la mayoría de los otros tipos de células y tejidos en todo el cuerpo. Estos relojes se sincronizan en respuesta a las señales de alimentos y luz y se comunican a través de señales hormonales y neuronales (Douma y Gumz, 2018).

La Pa disminuye por la noche durante el descanso, presenta un fuerte aumento en la mañana (conocido como la "oleada de la mañana") y picos en la tarde (Ilustración 3).

Este ritmo circadiano de la Pa está presente en los modelos de ratón y ratas que se utilizan comúnmente para modelar la fisiología cardiovascular humana.

(Douma y Gumz, 2018).

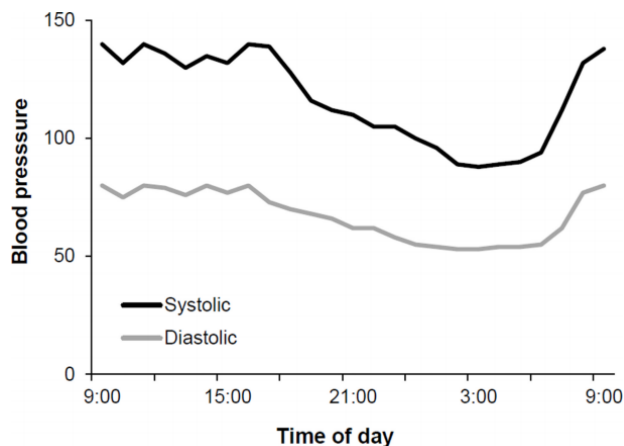


Ilustración 3. registro de presión arterial de 24 horas.

muestra la variabilidad en la presión arterial que ocurre durante todo el día en individuos sanos y normotensos (Joyner y Limberg, 2014).

Franklin, Brien y Staessen (2016) enuncian que la Pa en humanos puede cambiar durante el día y la noche de forma diferente según el estilo de vida de la persona. En el día se muestra una HTA falsa o enmascarada cuando se expone a tensión laboral, estrés mental, tabaquismo o consumo excesivo de alcohol y durante la noche por privación del sueño, apnea obstructiva del sueño, síndrome metabólico, diabetes, o enfermedad renal crónica (ERC). El trabajo por turnos que causa la interrupción del ritmo circadiano o se asocia con un mayor riesgo de enfermedades en seres humanos incluyendo el cáncer y la enfermedad cardiovascular. (Douma y Gumz, 2018).

La melatonina es una hormona circadiana secretada de la glándula pineal en la oscuridad y sus propiedades antioxidantes están bien establecidas, ya que afirman que tiene efecto benéfico sobre la HTA (Douma y Gumz, 2018).

Además, este grupo también ha demostrado que la desalineación circadiana inducida en los seres humanos aumentan los niveles de proteína C reactiva (CRP), un marcador de inflamación que se correlaciona positivamente con el riesgo cardiovascular y el estado de

redox. (Douma y Gumz, 2018).

¿Que mide la Pa?

Mediante el control de la Pa el organismo asegura el flujo sanguíneo adecuado para el metabolismo de los tejidos (2000). Cuando se evalúa la presión arterial, se realizan mediciones en diferentes puntos del pulso arterial con el fin de evaluar de forma completa la presión arterial. Cada una de estas presiones tiene un significado para el mantenimiento de la homeostasis del organismo (Cuesta, 2004). Estas mediciones son:

Presión arterial media (PAM)

Dado que durante cada ciclo cardíaco la presión arterial varía entre un valor máximo (presión sistólica) y un valor mínimo (presión diastólica), la presión en el interior del árbol arterial es representada por un promedio entre dichos valores, conocidos como presión arterial media (Gerez, 2015). La presión arterial media está determinada en un 60% por la presión diastólica y en un 40% por la presión sistólica. (Guyton y Hall, 2011).

Se considera que la presión arterial media no debe bajar de 50-60 mm Hg para asegurar una adecuada perfusión del sistema nervioso, el riñón y el corazón (Redondo et al, 2005).

Existen varias fórmulas para determinar la PAM=

1. $[(PAS - PAD) / 3] + PAS$ (Montoya et al, 2006).
2. $Pa \text{ diastólica} + \frac{1}{3} \text{ presión de pulso}$ (Cingolani, 2000). A pesar de llamarse PAM no puede emplearse para su estimación la fórmula de: $(\text{presión sistólica y diastólica}) / 2$ dado que los tiempos para cada fase son distintos. Por tal motivo la fórmula emplea el concepto de $1/3$ la presión de pulso, pues la fase de diástole dura más que la sístole, siendo el valor obtenido de PAM más cercano al de presión diastólica que al de sistólica (Dantín, 2018).

Determinantes fisiológicos de la PAM.

Distensibilidad de las arterias: Según Guyton y Hall (2011) la naturaleza distensible de las arterias les permiten acomodarse al gasto pulsátil del corazón y superar las pulsaciones de la presión, con lo que se consigue un flujo de sangre continuo y homogéneo a través de los vasos sanguíneos muy pequeños de los tejidos.

A la cantidad total de sangre que se puede almacenar en una porción dada de la circulación por cada mm/Hg que aumente la presión, se le conoce como capacitancia y se expresa de la siguiente forma: cuánto cambia su volumen (ΔV) en respuesta a un determinado cambio en la presión de distensión (ΔP). $C = \Delta V / \Delta P$. (Mohrman, Heller, 2007).

Las venas son vasos altamente distensibles ya que tienen una gran cantidad de elastina en sus paredes. Debido a esta distensibilidad, son considerados vasos de capacitancia pues son capaces de almacenar grandes cantidades de volumen sin afectar mucho la presión. (Guyton y Hall, 2011).

Por otro lado, la elasticidad de las arterias les permite actuar como un reservorio de sangre entre latidos, asegurando el flujo sanguíneo tisular durante la diástole cardiaca.

Por lo tanto, las arterias tienen un papel importante para convertir el flujo sanguíneo pulsátil del corazón en un flujo constante a través de los lechos vasculares de los órganos sistémicos. (Mohrman, Heller, 2007).

Si las arterias fueran conductos rígidos que no pudieran almacenar energía distendiéndose elásticamente, la presión arterial caería de inmediato a cero con la terminación de cada expulsión cardiaca. (Mohrman, Heller, 2007).

Presión sistólica

Es el punto máximo de presión en las arterias. Se presenta cuando el corazón se encuentra en sístole, durante la eyección y es transmitida a la sangre que circula por las arterias.

(Cuesta,2004). El mecanismo por el cual la presión sistólica se incrementa está determinado por la rigidez de las arterias, principalmente la aorta. En cada latido, el volumen de sangre eyectado por el ventrículo izquierdo genera una onda de pulso que viaja del corazón hacia la periferia, la cual es a su vez reflejada hacia el corazón una vez que alcanza la periferia. Cuando las arterias son distensibles la velocidad es más lenta y retorna al corazón durante la diástole, lo que produce incremento de la presión diastólica. (Salazar, Rotta & Costa, 2016). Un aumento desmesurado de la presión sistólica puede romper una arteria y provocar una hemorragia. (Cuesta, 2004).

Las alteraciones estructurales de las paredes vasculares por la pérdida de la elastina y aumento de fibras de colágeno rígidas, la calcificación y el desarreglo de las fibras produce rigidez de las paredes, llevando a un incremento de la velocidad de la onda de pulso, en la sístole incrementado la presión sistólica y reduciendo la presión diastólica. (Salazar, Rotta & Costa, 2016).

Presión diastólica

Es la presión mínima en las arterias. Se da al final de la diástole durante el ciclo cardiaco. También representa la resistencia que ofrecen los vasos al paso de la sangre. Un aumento de la presión diastólica es causada por una dificultad circulatoria que conlleva a un aumento de la resistencia al paso de la sangre. (Cuesta,2004).

Presión diferencial o Presión de pulso

Es la diferencia entre la presión sistólica y diastólica, cuando disminuye esta diferencia

representa una dificultad circulatoria al paso de la sangre por las arterias (Cuesta,2004). La presión de pulso está determinada por la capacitancia de los vasos sanguíneos y el volumen sistólico, por lo tanto, una disminución de la capacitancia resulta en un incremento de la presión de pulso (Salazar, Rotta & Costa, 2016).

Determinación de la presión arterial.

La presión arterial puede ser medida directamente por medios intraarteriales o indirectamente por dispositivos que incorporen un manguito compresivo. (Brown et al., 2007). Al usar manguito de goma, se toma la tensión en comparación ya que se mide la presión que hay dentro de dicho manguito (Cuesta, 2004, p.10).

Cuando medir la Pa.

Según Hsiang, Lien y Huang (2008) el nivel de Pa es una referencia para el diagnóstico, tratamiento y la investigación clínica en medicina veterinaria. Asimismo, opina Trapani (2018) que afirma que la medición de la presión arterial no es algo común y rutinario en la medicina veterinaria tanto en animales sanos como enfermos. Sin embargo, lo más adecuado sería incorporarla al examen clínico de rutina, ya que la hipertensión arterial está ligada a diversas enfermedades, por ende, debe ser medida en los siguientes casos:

Monitoreo de rutina (examen clínico general, geriátrico, enfermedades con alteraciones hemodinámicas: enfermedad renal, cardiovascular, endocrinopatías, dislipemias, oftalmopatías, hifema, obesidad y dolor).

Monitoreo de Emergencia (Shock, trauma, intoxicaciones, cuidados intensivos, etc.)

Planeación de Medicaciones (pacientes cardiópatas, todos los pacientes hipo o hipertensos, medicaciones vasoactivas: *iECAs (Benazepril), diuréticos, sedantes, antiarrítmicos, etc.*)

Monitoreo Anestésico (valoración preoperatoria, intraoperatoria y post operatoria)
(Mayorga, 2006, p.1).

Lugares comunes del animal para medir la Pa

Se necesita una arteria de cierto calibre, periférica, superficial y localizada en una zona que se pueda presionar de forma cómoda y uniforme con un manguito neumático. Si es posible, es preferible que dicha arteria esté a la altura del corazón al hacer la medición (Ynaraja, 2017).

Base de la cola: Arteria coccígea



Ilustración 4: Manguito en la base de la cola de un felino

(Ynaraja, 2017).

Miembro anterior (distal del carpo, arteria digital palmar, proximal del carpo, arteria mediana)



Ilustración 5. Manguito en el codo

para medir la presión sobre la arteria mediana de un felino (Ynaraja, 2017).

Miembro posterior (rama craneal de la safena, distal del corvejón, arteria plantar medial)



Ilustración 6. Manguito en extremidad posterior en un canino

(Redondo et al, 2005).

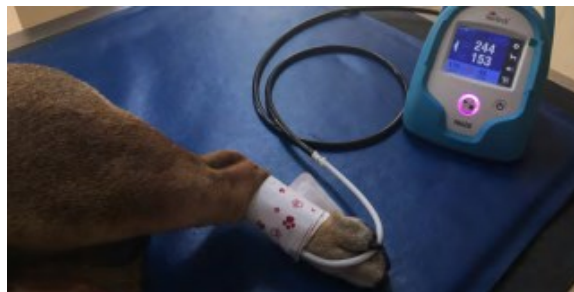


Ilustración 7. Medición de la Pa en la arteria safena

colocando el brazalete inflable en la región de los tarsos. Recuperado de: shorturl.at/avGHZ.

Métodos de toma de la PA.

Existen dos formas de medir la presión arterial: método directo (invasivo) y método indirecto (no invasivo). Al comparar las mediciones indirectas de la presión arterial con mediciones directas, es importante tener en cuenta que las técnicas directas miden la presión real dentro de un vaso, mientras que las técnicas indirectas utilizan la presión del manguito de acuerdo con el flujo de sangre para estimar la presión arterial (Bosiack et al, 2010).

Método directo (invasivo)

Implica punción (para la medición aguda) o canulación arterial, con el uso de un monitor de la presión (Ilustración 8). La medición de la presión arterial invasiva ofrece un reflejo directo de la verdadera presión intraarterial, pero puede ser incómodo para el uso clínico (Peña, 2015).

Según Love y Harvey, 2006, los sitios más comunes para la colocación del catéter arterial en animales pequeños son la arteria metatarsal dorsal, que se encuentra entre el segundo y el tercer hueso metatarsal, o, para pacientes más pequeños, la arteria femoral (Ilustración 9). Aunque se han descrito métodos que utilizan sólo anestésicos locales en perros de investigación conscientes, la colocación directa del catéter arterial prácticamente requiere

un paciente que sea mínimamente sensible o que no responda debido a la sedación o a un estado de enfermedad.

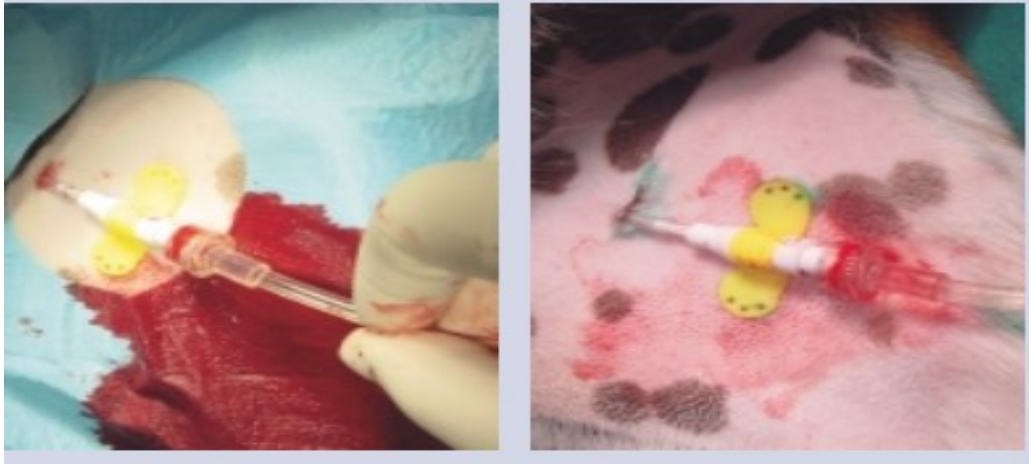


Ilustración 8. Ubicación de catéter intraarterial en la arteria femoral de un canino (método invasivo) (Redondo et al, 2005).



Ilustración 9. Catéter arterial colocado en la arteria pedal dorsal.

Recuperado de: shorturl.at/aiABH

Métodos indirectos (no invasivos)

Los métodos no invasivos de medición de la presión arterial que están ampliamente aceptados en medicina veterinaria son los oscilométricos y los que utilizan los ultrasonidos (Doppler). (Font y Fernández, 2001).

Aunque se cree que la medición de la presión arterial directa es la prueba de oro, los

estudios han demostrado que el método indirecto, cuando las mediciones se toman repetidamente y promediadas, proporciona una estimación bastante precisa de la presión arterial sistémica (Meurs, K., Miller, M., Slater, M. y Glaze, K., 2000). Además de esto no penetran la piel del paciente y no produce dolor (Celi, Rocha y Yapur, 2011).

Pérez et al,2017 menciona que los monitores de línea humana no son adecuados para su uso en animales ya que los algoritmos con los que fueron desarrollados son específicos, por lo tanto, las lecturas serán erróneas.

Love y Harvey, en 2006 compararon los métodos de monitoreo de presión arterial (Ilustración 10) y explican que el método directo es el de mayor precisión pero de difícil realización, el método Doppler es moderadamente preciso pero dependiente del operador y el método oscilométrico presenta algunas variaciones en precisión.

Method	Accuracy ^a	Precision ^b	Efficiency ^c	Ease of Use	Patient Weight
Direct	High	High	High	Low	Any
Doppler	Moderate	Operator dependent	High	Moderate	Any
Oscillometric monitor	Varies	Varies	Often low	High	>11 lb (5 kg)
Photoplethysmography	Moderate	High	High	High	<22 lb (10 kg)

^aAccuracy = proximity of a measured value to the actual value.
^bPrecision = the repeatability of a given measurement.
^cEfficiency = ratio of the number of successful attempts to the number of overall attempts.

Ilustración 10. Comparación de los métodos de monitoreo de Pa (Love y Harvey, 2006).

Método Doppler

Utiliza la detección de cristal piezoeléctrico de pulsación arterial, con un manguito inflado (Ilustración 11). Es un método de medición de la PAS comúnmente utilizado, también es útil en pacientes con hipotensión o que tienen arritmias. Este método utiliza

una sonda de ultrasonidos de 10 MHz para detectar el flujo sanguíneo en una arteria (Peña, 2015).

Este sistema requiere de dos componentes independientes: un equipo compuesto por una sonda ultrasónica, procesador, amplificador y bocinas; y un esfigmomanómetro conectado a un brazalete inflable y la sonda se coloca sobre una arteria distal a un brazalete inflable con un manómetro (Love y Harvey, 2006) . Para poder hacer mediciones correctas se utilizan manguitos neumáticos de pediatría, disponibles en varios tamaños (Ilustración 11) (Ynaraja, 2017).



Ilustración 11. Juego de manguitos de pediatría.

Recuperado de: shorturl.at/wCLS2

Los sonidos Doppler se convierten audibles cuando la presión en el brazalete es menor que la presión en la arteria (Ilustración 12). Esta señal audible es particularmente útil durante los procedimientos en los que el paciente es anestesiado, ya que puede permitir al clínico escuchar la frecuencia cardíaca y el ritmo, y detectar cambios en la presión arterial. (Peña, 2015).



Ilustración 12. Instrumento de medición Doppler en perros.

Recuperado de: shorturl.at/boKY6 .

Todos los equipos basados en este sistema de detección del flujo sanguíneo (o la ausencia de flujo sanguíneo) son similares, pero hay que darle más importancia al tipo de detector Doppler que lleve el equipo que, al propio monitor, ya que es el que colocaremos sobre el paciente. Estos detectores ofrecen mejores resultados y son más sencillos de manejar si son pequeños y planos que si son de tipo “bolígrafo” (Ynaraja, 2017).

Scansen, Vitt, Chew, Schober, & Bonagura (2014) mencionan que la presión arterial realizada por este método se realiza inicialmente aclimatando al paciente durante 10 minutos aproximadamente y luego posicionándolo en decúbito lateral. Después de esto se debe medir la circunferencia de la extremidad para elegir el manguito adecuado (Ilustración 13). Se elige utilizando el 40% de circunferencia de la extremidad como diámetro óptimo del manguito. Estos autores miden la extremidad en el punto medio del antebrazo para la extremidad anterior, o justo debajo del tarso para la extremidad posterior. Además, mencionan que la posición de la extremidad debe estar perpendicular al cuerpo y en una elevación vertical que corresponde aproximadamente al xifoides para aproximar la posición del corazón en el tórax. En animales de pelo largo el área donde será ubicada la sonda ultrasónica deberá ser previamente rasurada o humedecida con alcohol y posteriormente se coloca gel hidrosoluble para facilitar la conducción

ultrasónica (Pérez et al, 2017).



Ilustración 13. Medición con cinta métrica del diámetro de la extremidad anterior izquierda sobre el carpo en caninos. (Niklitschek, 2009).

La primera medición debe ser omitida y se debe obtener el promedio de 5-7 mediciones.

Si hay una variación sustancial, las lecturas deben ser descartadas y se repite el proceso.

(Acierno et al, 2018).

El manguito se infla 40 mmHg más cuando la señal de pulso ya no es audible y luego progresivamente se desinfla a una velocidad de 4 a 5 mmHg por segundo. Cuando la señal de pulso es audible nuevamente, se registra como la presión arterial sistólica (Vachon et al, 2014).

Las desventajas de este método son: que es más laborioso de utilizar que las demás alternativas de veterinaria y no resultan prácticos como monitores de quirófano, solamente permiten detectar la presión sistólica y no son automáticos, por lo que exigen un ayudante para su manejo continuo (Ynaraja, 2017).

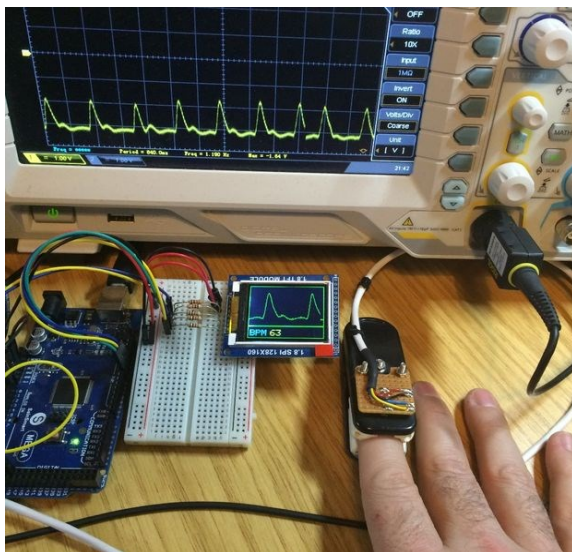
Método Fotoplestimográfico

Es una tecnología óptica no invasiva, simple y que detecta cambios en el volumen sanguíneo en los vasos periféricos (Jeong et al, 2010). Celi et al (2011) explican que el fotoplestismógrafo es un aparato que permite visualizar la variación del volumen

sanguíneo como consecuencia de la actividad cardiaca.

Para ello, se utiliza una pareja de fotodiodo y fototransistor acoplados para la adquisición de la señal proveniente de un vaso sanguíneo del paciente. Se utiliza un opto-acoplador que ilumina la piel y mide los cambios en la absorción de la luz que se dan debido a que, con cada ciclo cardíaco, el corazón bombea sangre a la periferia. El cambio de volumen causado por la presión de pulso es detectado en la piel con la luz infrarroja que emite un diodo LED; luego se mide la cantidad de luz transmitida o reflejada con un fototransistor. Cada ciclo cardíaco aparece como un pico en la forma de onda del fotopleletismógrafo. En los capilares de los dedos existe un cambio constante del flujo sanguíneo, el mismo que produce variaciones en la intensidad de la luz reflejada, la cual será detectada por el fototransistor (Ilustración 14).

Aunque este método se utiliza comúnmente para las personas, los estudios de su exactitud en perros conscientes aún no están disponibles. (Peña, 2015).



*Ilustración 14. Imagen del equipo de Fotopleletismografía.
Recuperado de: shorturl.at/dCLMQ*

Love y Harvey (2006) reportaron el estudio realizado por Taburu, Watanabe y Tanaka en

1990 con perros anestesiados que demostró una buena correlación y precisión de este método, en comparación con las mediciones obtenidas directamente. La principal desventaja de esta tecnología es que su uso está restringido a animales que pesan menos de 22 libras (10 kg) ya que el equipo está diseñado para ser utilizado en dedos humanos. Las ventajas de la fotoplethismografía incluyen mediciones de presión continua, visualización de forma de la onda y baja susceptibilidad a la presencia de artefactos por movimiento. (Love y Harvey, 2006).

Según Bello, Becerra, Bautista, Martínez e Infante (2014) algunos aspectos a tener en cuenta al usar este método para medir la Pa son: la temperatura de las manos, ya que influye en la detección del pulso, haciéndose difícil el registro de éste cuando las manos están frías, también el efecto de la respiración modifica la amplitud del pulso, donde aparece una señal de baja frecuencia asociada a este efecto.

Método Oscilométrico

Desarrollado por médicos veterinarios para solucionar todas las necesidades de diagnóstico tanto en clínica de pequeños animales, clínica de grandes animales, como en el ámbito de la investigación científica. (Littmann, 1995).

Las tecnologías oscilométricas para la obtención de la Pa son populares porque ofrecen mediciones automatizadas (Ilustración 15) de PAS, PAD, PAM y frecuencia cardíaca (da Cunha et al, 2016). Detecta las características de las oscilaciones que se producen en la pared arterial a partir de su oclusión deteniendo el flujo sanguíneo y su liberación gradual. (Pérez et al, 2017). A medida que el manguito se desinfla, las oscilaciones aumentan rápidamente a la presión sistólica, alcanzan un máximo en la presión arterial

media y luego disminuyen rápidamente a la presión diastólica. (Love y Harvey, 2006).



Ilustración 15. Sistema oscilométrico automático en canino.

Recuperado de: shorturl.at/juGY7

Durante la anestesia, la recuperación, en urgencias y en cuidados intensivos, el sistema permite monitorizar automáticamente cada cierto tiempo la presión sanguínea y se puede programar para que haga una lectura cada minuto, cada 5 minutos o cada intervalo de tiempo que se juzgue conveniente (Ynaraja , 2017).

Protocolo para la medición de PA con oscilometría

Se considera que el miedo y la ansiedad pueden ser contrarrestados por un lapso de relajación de 5-10 minutos, tras los cuales los sujetos se aclimatan al entorno, luego de ser posicionados cómodamente (Cainzos et al, 2014). Colocar el manguito en el lugar elegido para realizar la medición, este tiene que estar bien ajustado, de tal manera, que

sólo permita el paso del dedo meñique del operador entre el manguito y la piel del animal; el manguito tiene que estar ubicado a la altura del corazón más o menos 10 cm.

Seleccionar el manguito de acuerdo con el peso: (Ilustración 16)

C1: animales con un peso $\leq 10\text{Kg}$

D1: animales con un peso $>10\text{Kg}$ a $\leq 15\text{Kg}$

D2: animales con un peso $>15\text{Kg}$ a $\leq 90\text{Kg}$

Se deben realizar múltiples mediciones sucesivas (5) las cuales deben ser promediadas. (Littman, 1995).



Ilustración 16. Ejemplos de brazaletes inflables

de diferentes medidas y ejemplo de su colocación. Recuperado de: shorturl.at/avGHZ.

Vachon et al (2014) realizaron un estudio comparando el método oscilométrico y el Doppler y llegaron a la conclusión de que el Oscilométrico cumple con los criterios propuestos por la ACVIM para sesgos y precisión en mediciones sistólicas y diastólicas dentro de ± 10 mmHg (15 mmHg) en perros anestesiados, también tiene más del 50% y 80% de todas las mediciones para las presiones sistólicas y diastólicas estaban dentro de

10 y 20 mmHg del método directo respectivamente. Al cumplir estos criterios, los autores los consideran un buen sustituto de la medición directa (intraarterial). Existen ciertas variaciones inevitables en las medidas, ya que estas cambian simplemente en función de la respiración, movimientos, temblores y frecuencia cardíaca. Precisamente, durante la anestesia estas variables se minimizan y los valores obtenidos son especialmente válidos con respecto a los obtenidos en pacientes despiertos (Ynaraja, 2017).

Método de oscilometría de alta definición (HDO)

Ynaraja (2017) relata que la HDO (Ilustración 17) es una variación actualizada del sistema oscilométrico que, conectado a un computador permite obtener valores más precisos al poder eliminarse la mayoría de los artefactos y gráficas permanentes de la presión y sus variaciones a lo largo del tiempo (Ilustración 18).

Su coste económico es comparable e incluso menor que el de algunos sistemas oscilométricos tradicionales. Permite tomar medidas en animales prácticamente de cualquier tamaño y los valores de lectura se relacionan con los obtenidos por métodos directos.

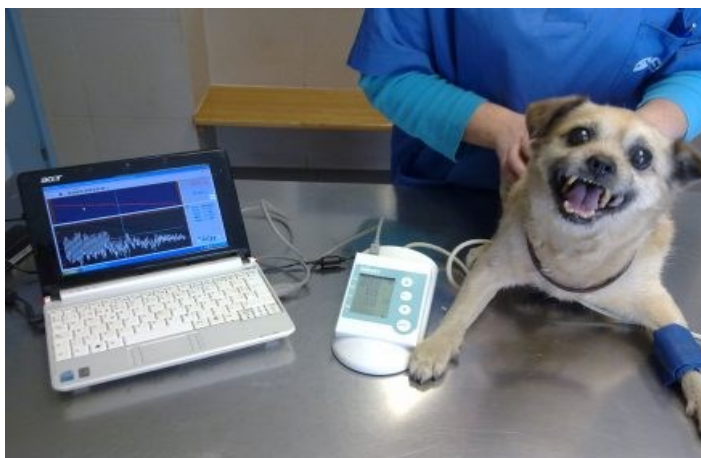


Ilustración 17 Equipo HDO.

Recuperado de: shorturl.at/uAJMW.

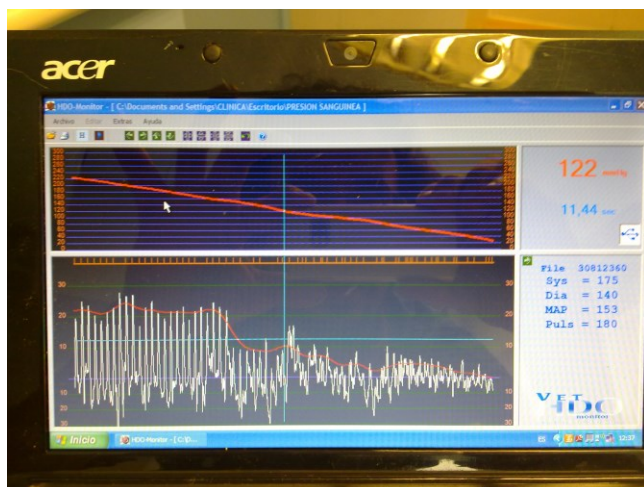


Ilustración 18. Gráficas en computador por HDO.

Recuperado de: shorturl.at/dnrAG.

Método por Auscultación

El método más común en la medicina humana se basa en la compresión de una arteria superficial a través de un manguito inflable y el reconocimiento de sonidos arteriales pulsátiles (sonidos de Korotkoff) usando un estetoscopio (Ilustración 19) (Love y Harvey, 2006).

Según Ynaraja (2017) la primera fase de los sonidos de Korotkoff representa el primer paso de sangre a través de la arteria y dará el valor de la presión máxima (sistólica), una vez anotada esa cifra se sigue deshinchando el manguito y cuando se dejan de escuchar ruidos en el estetoscopio, se anota la presión mínima (diastólica).

En los animales domésticos, las arterias del tamaño necesario para la medición suficiente no son lo suficientemente superficiales para el uso rutinario (Love y Harvey, 2006).

Según Chalifoux et al (1985) los sonidos de Korotkoff son generalmente inaudibles en animales domésticos.



Ilustración 19. Ilustración de esfigmomanómetro de medicina humana.

Recuperado de: shorturl.at/mJV15

Procedimiento general para la determinación de la PA.

Pezántes (2013) menciona que, de acuerdo a la Sociedad Americana de Medición de Presión, el protocolo para la determinación de Pa en pequeños animales, es el siguiente:

- Es importante que la sala de medición sea silenciosa
- Se debe dar un tiempo de aclimatación entre 5-10 minutos para que el paciente se acostumbre a la habitación, al manguito del equipo de medición de presión y que tenga contacto tanto con el examinador como con el equipo (Ilustración 20).



Ilustración 20. Tiempo de aclimatación del paciente con el examinador (Cainzos, 2018).

- Colocar al paciente en una posición que le permita estar cómodo y relajado. Tanto para caninos como felinos se los ubica en decúbito lateral o esternal. Se puede realizar la medición con el animal en estación, pero en esta posición no se puede colocar el

manguito en los miembros pélvico.

- Es importante que las medidas se realicen a nivel del corazón +/- 10 cm.
- El manguito deberá ser colocado siempre en el mismo lugar, debajo de la articulación del codo, en la base de la cola o los miembros posteriores. La utilización del manguito en la base de la cola está asociada con una menor producción de artefactos, que en otros lugares anatómicos y además es un lugar donde el manguito no causa mayor molestia o distracción a los animales. Si el brazalete seleccionado es demasiado pequeño o se coloca apretado las lecturas serán falsamente elevadas; y si el brazalete es demasiado grande o suelto serán lecturas falsamente bajas. (Pérez et al, 2017). La guía para elegir el tamaño del manguito según el diámetro de la circunferencia del paciente se muestra a continuación en la ilustración 21.

Anchura del manguito	Circunferencia de la extremidad del paciente
1 cm	2,2-2,9 cm
1,5 cm	3,3-4,3 cm
2 cm	4,4-5,7 cm
2,5 cm	5,6-7,1 cm
3 cm	6,7-8,6 cm
4 cm	8,9-11,4 cm
5 cm	11,1-14,3 cm
7 cm	15,6-20 cm
9 cm	20-25,7 cm

Ilustración 21. Adecuación del manguito según el tamaño de la extremidad del paciente (Ynaraja, 2017).

- El sitio de aplicación del manguito debe ser estandarizado y usado rutinariamente, lo cual reduce al mínimo las diferencias de los valores que aparecen cuando se utilizan diferentes lugares.
- Es importante colocar el manguito firmemente pero no muy ajustado, debe permitir el ingreso del dedo meñique del operador entre el manguito y la piel del animal.

- Los propietarios deben ser instruidos de abstenerse de conversar durante el procedimiento. El propietario puede hablar con el animal en un tono de voz suave para calmar al animal, pero no deberá conversar con el examinador, para que pueda enfocarse completamente en la obtención de los registros de la PA (Ilustración 22).



Ilustración 22. El propietario está presente al momento de la medición para que el paciente esté tranquilo. Recuperado de :shorturl.at/avGHZ.

- El examinador debe estar concentrado en el animal, de esta manera podrá reconocer situaciones de estrés que alteren los registros. (Pesántez, 2013, p.27).

Los registros escritos deben consignarse en un formulario estandarizado que incluya: el nombre de la persona que realiza las mediciones, el tamaño del manguito y el sitio, los valores obtenidos, el resultado final (media), y la interpretación de los resultados por un veterinario. (Acierno et al, 2018). Así mismo opina Brown et al (2007) al mencionar que se deben registrar de manera escrita todos los valores obtenidos, el tamaño y sitio de ubicación del manguito, el resultado final (promedio), y la interpretación de los resultados realizada por un veterinario.

La presión arterial puede verse afectada por el estrés o la ansiedad asociada con el proceso de medición y estos cambios pueden generar resultados erróneos. (Brown et al., 2007). Dependiendo del grado de variación, que ocurre debido al estrés, la serie de mediciones debería ser de 3 a 5 o incluso más, siempre descartando la primera toma. Para

obtener rápidamente registros de la Pa es importante proteger al animal del estrés, de esta manera se evitan movimientos defensivos por parte del paciente y en consecuencia la aparición de artefactos (Pesántez, 2013, p.27).

Según Scansen et al (2014) para minimizar la ansiedad del paciente en la recopilación de los datos, es recomendable que el propietario se quede junto a su mascota mientras se realiza el procedimiento.

En un estudio realizado por Marino, Cober, Iazbik y Couto (2011) sobre la medición de Pa en el hospital y en la casa de la mascota, concluye que realizar la medición en un ambiente conocido, disminuye el estrés y por ende los resultados se ven menos alterados en comparación con la medición intra hospitalaria, esto se evidencia en los resultados de la PAS media tomada en la extremidad posterior que en el hospital fue de 165 mm Hg, mientras que en el hogar fue menor, con o sin la presencia del investigador, a 131 y 133 mm Hg, respectivamente.

Valores normales de Pa

En la literatura veterinaria, los valores normales reportados para la PAS, PAD y PAM son variados y parecen depender tanto del equipo como del protocolo utilizado para la medición. (Meurs, et al. 2000).

Se han publicado diferentes estudios que buscaron determinar el rango normal de presión arterial en perros clínicamente sanos, como se evidencia en el cuadro mostrado a continuación (Ilustración 23) (Brown et al., 2007). Los resultados de la medición de la Pa en animales son muy variables según la raza, el temperamento, la posición del paciente, el método de medición y la experiencia del operador (Acierno et al, 2018).

Measurement Method	N	Systolic	Mean	Diastolic
Dogs				
Intra-arterial				
Anderson et al ¹⁶³	28	144 ± 156	104 ± 13	81 ± 9
Cowgill et al ¹⁶⁴	21	148 ± 16	102 ± 9	87 ± 8
Chalifoux et al ¹⁶⁵	12	154 ± 31	115 ± 16	96 ± 12
Stepien et al ⁶⁴	27	154 ± 20	107 ± 11	84 ± 9
Oscillometry				
Bodey and Michell ⁴²	1267	131 ± 20	97 ± 16	74 ± 15
Coulter et al ³³	51	144 ± 27	110 ± 21	91 ± 20
Kallet et al ⁶⁴	14	137 ± 15	102 ± 12	82 ± 14
Stepien et al ⁶⁴	28	150 ± 20	108 ± 15	71 ± 18
Meurs et al ⁴¹	22	136 ± 16	101 ± 11	81 ± 9
Doppler ultrasonography				
Chalifoux et al ¹⁶⁵	12	145 ± 23		
Stepien et al ⁶⁴	28	151 ± 27		
Remillard et al ³³	5	150 ± 16		

Ilustración 23. Tabla de medición de la Pa realizada

por diferentes autores mediante el método intraarterial, oscilométrico y doppler (Brown et al., 2007).

Muñoz, J. et al (2013) realizaron un estudio en el que midieron la Pa en caninos después de la picadura de abejas. Registraron las presiones arteriales sistólica (PAS), diastólica (PAD) y media (PAM) desde 15 minutos antes de la picadura hasta 45 minutos post-picadura con intervalos de 3 minutos, mediante un equipo multiparámetro con oscilómetro y los resultados obtenidos muestran que las variaciones en las presiones post-inoculación fueron mínimas (3 mm Hg PAS, 2 mm Hg PAD y para la PAM). Ellos establecieron que estas variaciones estarían asociadas a la liberación de catecolaminas e incremento de la actividad simpática debido al estrés por miedo y dolor, resultando en un aumento en la frecuencia cardíaca y en la presión sanguínea.

En el año 2018 Jiménez y Vargas realizaron un estudio en perros evaluando si hay variación significativa de la presión arterial, realizando la medición en las 4 extremidades y en la cola. Los resultados no mostraron gran variación y se encontraron en los siguientes rangos: PAS (127,1-136,3 mmHg), PAD (84.4-92,5 mmHg) y PAM (93,5-

101,2 mmHg).

Establecer los valores de Pa normal en perros es difícil, ya que puede haber variaciones dependiendo de la especie, sexo, edad y la raza; así que los valores deben de interpretarse en base a las características específicas del paciente y de la condición fisiológica o patológica presente. (Pérez et al.2017). En la literatura se han reportado rangos de normalidad para la PAS de 110 a 160 mmHg, y para la PAD de entre 55 a 110 mmHg en los perros. (Brown et al., 2007).

Meder et al. (2012) realizaron un estudio de medición de Pa en caninos aparentemente sanos y realizaron los siguientes exámenes para confirmar su estado de salud: examen clínico normal, registro electrocardiográfico, examen radiológico de tórax y estudio ecocardiográfico convencional dentro de los parámetros normales establecidos para especie, raza y edad. Se evaluaron, además, los parámetros hematológicos y bioquímicos séricos de cada animal en estudio. Los resultados promedio obtenidos en este estudio para la presión arterial sistólica fueron de $145.50 \text{ mmHg} \pm 21.7$ con un rango de 83.14 a 184.28 mmHg luego de realizar 6 tomas y promediarlas en cada paciente.

En el siguiente cuadro (Ilustración 24) se observan los resultados del estudio realizado por Vachon et al (2014) en caninos aparentemente sanos conscientes y anestesiados en el cual compara los valores obtenidos por los diferentes métodos para medir la Pa.

Tabla 3. Resumen de mediciones de la presión arterial media (desviación estándar).

Dispositivo	anestesiado			Consciente		
	Sistólica (SD) (mmHg)	La media (SD) (MmHg)	Diastólica (SD) (MmHg)	Sistólica (SD) (mmHg)	La media (SD) (MmHg)	Diastólica (SD) (MmHg)
oscilométrico	107,7 (9,6)	74,2 (7,7)	56,6 (6,9)	150,5 (13,8)	104,8 (10,8)	82,3 (10,7)
IBP	113,8 (8,5)	77,1 (7,9)	63,5 (8,4)	156,3 (26,4)	101,0 (12,6)	77,7 (10,0)
Doppler	113,4 (19,0)			142,5 (19,5)		
IBP	117,6 (17,9)			157,6 (26,7)		

Ilustración 24. Estudio de medición de Pa en caninos

aparentemente sanos conscientes y anestesiados realizados por los métodos Oscilométrico, Doppler e intra arterial (Vachon et al 2014).

Rondeau, Mackalonis y Hess (2013) realizaron un estudio con método Doppler en perros para determinar el grado de variabilidad de resultados de Pa según la posición en la que se encuentre el animal. La media de PAS cuando se encontraban sentados fue de 172.1 ± 33.3 mm Hg y estando decúbito lateral 147.0 ± 24.6 mm Hg y con base en esto llegaron a la conclusión de que la Pa se ve significativamente afectada por la posición en la que se encuentra el perro, ya que los valores eran superiores cuando se encontraban sentados y además mencionan que la diferencia de 25 mm Hg en una medición de la Pa puede tener relevancia clínica importante, ya que podría cambiar la clasificación de la hipertensión y de su potencial probabilidad a causa de daño a órganos diana.

Se realizó un estudio por Haidet, Wennberg, Finkelstein y Morgan (1996) en perros de raza Beagle jóvenes y viejos, dando como resultado que las variaciones en PAS, PAD y PAM no fueron significativas con la edad, como se muestra en la siguiente tabla (tabla 1).

Tabla 1

resultados de Pa en perros viejos y jóvenes de raza Beagle

PA (mmHg)	Perros jóvenes	Perros viejos
PA	128 ±	126 ± 25
M	18	
PAS	153±1	152±31
	9	
PAD	108±1	107± 21
	8	

Hoareau, Jourdan, Mellema, & Verwaerde (2012) realizaron un estudio comparando los valores de Pa entre perros braquicéfalos (Grupo 1) y meso- dolicocefalos (Grupo 2) y los resultados arrojaron que los perros braquicéfalos tienen valores de PAS ($24 \pm$ mmHg), PAM ($15 \pm$ mmHg) y PAD ($12 \pm$ mmHg) más altos que el grupo control.

Tabla 2

Presiones sanguíneas arteriales en perros braquicéfalos (Grupo 1) en comparación con el grupo control (Grupo 2). (Hoareau et al, 2012).

PA(mmHg)	Grupo 1 Braquicéfalo s	Grupo 2 dolicocefalos
PAM	123± 17	108 ± 12
PAS	178±25	154± 22
PAD	95±19	83± 11

Alteraciones de la Pa.

Hipertensión Arterial (HTA)

La hipertensión arterial se define como la elevación anormal de la presión arterial sistólica, diastólica o ambas (Scansen et al, 2014) .Con un aumento de la prevalencia de más del 60% en los humanos de mayor edad, la hipertensión es reconocido como un importante problema de salud en todo el mundo dando lugar a una serie de enfermedades mortales cardiovasculares

(Jones, Sangthong, Pachirat y Jones, 2015).

Los cambios a largo plazo en el volumen de la sangre tienen efectos significativos en el control de la presión arterial, si el volumen sanguíneo y la Pa son bajos, el sodio y la retención de agua se mejoran y si el volumen sanguíneo es alto puede haber natriuresis y diuresis. Estos mecanismos están activados inapropiadamente en la HTA para que el volumen sanguíneo y la presión arterial se mantengan en niveles más altos (Joyner y Limberg, 2014).

Hipertensión idiopática

Enfermedad primaria en la cual se da un desequilibrio entre el gasto cardiaco, la resistencia vascular sistémica y el sistema nervioso autónomo, aunque se desconoce la naturaleza del desequilibrio (Acierno y Labato, 2005).

Hipertensión Secundaria

Se da de forma secundaria a otra enfermedad subyacente. Las causas de hipertensión arterial secundaria, como las enfermedades renales y endocrinas, suelen ser más prevalentes en perros viejos (Brown et al., 2007).

Hipertensión de bata blanca

La hipertensión de bata blanca se define como el aumento de la Pa en el hospital comparado con el ambiente usual del sujeto. Aparece debido a la activación del sistema nervioso simpático secundario al estrés, resultando en el incremento transitorio de la Pa (Marino et al, 2011). Este tipo de hipertensión se resuelve disminuyendo o eliminando el estímulo fisiológico (por ejemplo, alterando las condiciones de medición para disminuir la ansiedad del animal y midiendo la PA en el ambiente del hogar del animal) (Acierno et al, 2018).

Según Bloomfield y Park (2017) en humanos casi todos los adultos tienen una PAS más

alta cuando se realiza la medición en el consultorio médico, que cuando se realiza en la casa del paciente. Aproximadamente los valores aumentan 10/5 mmHg, pero estos valores generalmente se encuentran dentro de la variación diaria normal. Adicional a esto mencionan que el grado de variación depende del médico, ya que algunos causan un efecto de bata blanca más alto que otros.

Jurko, Minarik, Jurko Jr. y Tonhajzerova (2016) mencionan que la hipertensión de la capa blanca está presente cuando el valor medio de la Pa está dentro del intervalo de la hipertensión y los valores medidos en un ambiente conocido están dentro de límites normales.

Marino et al (2011) realizaron un estudio con perros galgos de carrera retirados inscritos en el programa de donación de sangre, para evaluar el efecto de bata blanca al realizar mediciones de Pa en el hospital y en un ambiente conocido para el animal. Los resultados de la medición en el hospital de PAS fueron más altas (165 mmHg), mientras que en casa se encontraban entre 131 y 133 mmHg respectivamente. Por ende, llegaron a la conclusión de que la alteración en el tono simpático y el nivel de estrés en los ambientes genera la aparición del efecto de bata blanca en los animales estudiados.

Los valores de presión arterial normal varían según la edad, el sexo y la raza. En general, los valores persistentes superiores a 150 mmHg PAS (en perros) ponen al paciente en riesgo de daño a órganos diana como lo son los riñones, ojos, cerebro y corazón.

(Saunders, 2012).

Según Marino et al (2011) de acuerdo con ACVIM (2007) una PAS de 160–179mmHg representa un riesgo moderado de daño en órganos diana y una PAS superior a 180mmHg representa alto riesgo de daño en órganos diana, los cuales son el sistema cardiovascular,

ojo y riñones.

Según Carvalho et al. (2012). los signos clínicos de hipertensión en seres humanos, tales como dolores de cabeza, debilidad y ansiedad, no son fácilmente reconocibles en perros, por ende una medición de la presión arterial puede revelar una enfermedad subclínica en el paciente.

Principales causas de HTA

Enfermedad Renal

La enfermedad renal crónica (ERC) es la pérdida progresiva de la función de los riñones, la lesión renal progresiva puede ocurrir como consecuencia de enfermedades renales específicas o bien de enfermedades sistémicas que afectan el riñón (Inserra, 2016).

Se considera que de un 50% a un 93% de perros con fallo renal presentan HTA dependiendo de la causa, grado y severidad de la lesión renal (Font y Fernández, 2001).

La glomerulonefritis es señalada por diferentes autores como la causa más importante de la HTA en el perro con valores superiores al 60 % (Villagrasa y Cascales, 1999).

Elliot y Lefebvre (2006) muestran una gráfica de Adams en 1995 que muestra la prevalencia de la ERC en función con la edad en caninos (Ilustración 25).

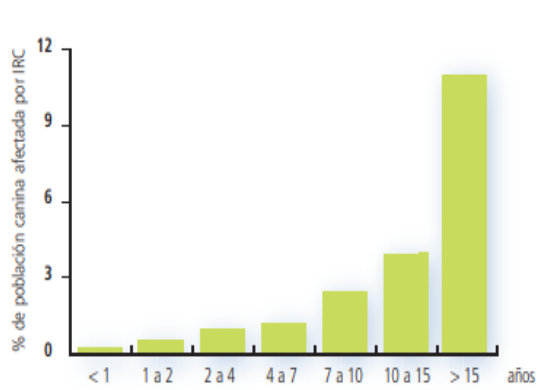


Ilustración 25. Prevalencia de ERC en el perro en función de la edad. (Adams, 1995, en Elliot y Lefebvre, 2006).

Las patologías que producen fallo renal y que pueden conducir a hipertensión sistémica se clasifican en: afecciones del parénquima renal y afecciones arteriales renales (Tabla 3) (Font y Fernández, 2001).

Tabla 3
Causas de HTA según la clasificación de la afección renal (Font y Fernández, 2001).

Afecciones del parénquima renal	Afecciones arteriales renales
- Glomerulonefritis	causas principales:
- Pielonefritis	- Arterioesclerosis
- Nefritis intersticial	- Tromboembolismo
- Displasia renal congénita	
- Uropatía obstructiva	
- Riñón poliquístico	
- Neoplasias	

La fisiopatología de la HTA en la ERC es compleja, pero la característica común a todos

los modelos (independiente del mecanismo que indujo el daño) es una incapacidad renal para aumentar la excreción urinaria de sodio y mantener el volumen circulante adecuado (García, Cabral y Eynard, 2013). A medida que declina el filtrado glomerular aumenta la probabilidad de presentar HTA y se hace progresivamente más difícil su control (Noboa, Boggia, Luzardo y Márquez, 2012).

Esta incapacidad se produce básicamente por cambios hemodinámicos (reducción en número de glomérulos filtrantes, hiperfiltración, esclerosis, atrofia tubular y fibrosis intersticial) (Ilustración 26) y no hemodinámicos, tales como una inapropiada liberación de óxido nítrico, elevada actividad del SRA, endotelinas y sistema simpático (García, Cabral y Eynard, 2013).

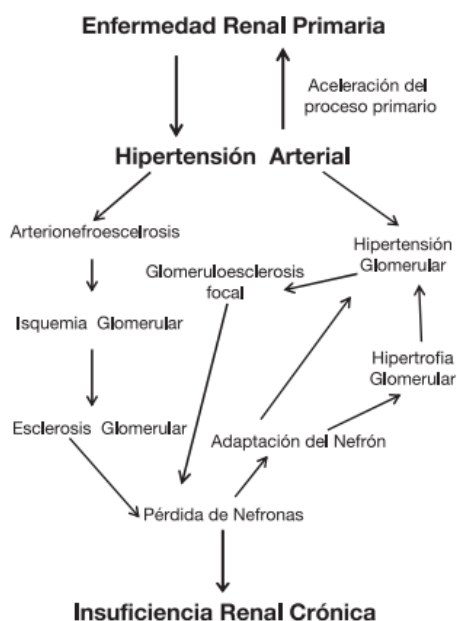


Ilustración 26. Mecanismos por los cuales la HTA acelera la progresión de ERC (García et al, 2013).

En el estado normal, la actividad sensorial aferente renal conduce a una disminución

refleja en la salida simpática, que se conoce como reflejo renorenal inhibitorio. Cuando el reflejo renorenal está deteriorado se produce HTA. (Nishi et al, 2015).

Las lesiones estenosantes de las pequeñas arterias renales producen vasoconstricción renal, isquemia, aumento de angiotensina II, disminución de óxido nítrico y fibrosis intersticial todo lo cual reduce la capacidad renal de excreción de sodio con expansión del volumen extracelular y cifras más altas de presión para eliminar el exceso de sodio y agua (Zehnder, 2005).

La hormona Aldosterona induce dos efectos en la ERC asociada a HTA: el aumento de la reabsorción de sodio, mediante la activación intranuclear, y la fibrosis con hipertrofia intersticial y miocárdica. (García, Cabral y Eynard,2013).

La simpatoexcitación en el riñón y el aumento de la actividad aferente del riñón al SNC parecen ser relevantes para la generación de HTA y además está demostrado que la ablación de los nervios renales producía una reducción a largo plazo de la Pa en pacientes hipertensos resistentes (Nishi et al, 2015).

Por ende, para lograr eliminar el sodio retenido se debe aumentar la Pa con el fin de incrementar la presión de filtración en los glomérulos y de esta manera, aumentar la carga filtrada y eliminación urinaria de sodio (Zehnder, 2005).

Hipotiroidismo

En humanos la prevalencia de HTA alcanza un 50%, con mayor frecuencia en Personas mayores, especialmente mujeres. La gran vasoconstricción es el mecanismo más importante que conduce a HTA, y esto se debe a la ausencia del efecto vasodilatador de la T3 sobre la célula muscular lisa vascular (Allen, Gómez y Manuel, 2013).

También causa una disminución en la liberación del factor de relajación derivado del

Endotelio promoviendo la contracción de estas células aumentando la RVS. El aumento de la rigidez arterial que resulta del mixedema de la pared arterial es posiblemente otro mecanismo implicado en el desarrollo de la HTA. (Allen, Gómez y Manuel, 2013). Estas características mencionadas aumentan la PAS y se resuelve con terapia sustitutiva de T4 (Rhee y Pearce, 2011).

Diabetes

Se desarrolla un estado de resistencia a la insulina secundario, este estado de deficiente metabolización periférica de la glucosa lleva a un hiperinsulinismo secundario y a disminución en el aclaramiento de insulina (Araya, 2004). La hiperinsulinemia favorece el incremento de la Pa mediante la activación del sistema nervioso simpático y favoreciendo la retención de sodio (Turuel et al, 2008). La hiperglicemia inhibe la producción de ON por el endotelio, que es el relajante vascular natural, que contrarregula endotelina y angiotensina II (Roessler,2016.)

Además, se sabe que la capacidad de la insulina para inducir vasodilatación, efecto demostrado en cultivos de células endoteliales a través del aumento en la síntesis de óxido nítrico, está reducida en situaciones de insulinoresistencia y de diabetes, probablemente por inactivación del óxido nítrico o por una reducción de la capacidad del endotelio vascular para sintetizarlo. (Araya, 2004).

Además de la presencia de nefropatía, los factores fundamentales que condicionan una elevación de la Pa en la diabetes se relacionan con dos aspectos básicos: un aumento del volumen extracelular y un incremento de las resistencias vasculares periféricas. Sobre el primero actuarían los efectos derivados del hiperinsulinismo y la hiperglicemia; sobre el segundo, los derivados de la activación simpática y la rigidez arterial (Ilustración 27)

(Turuel et al, 2008).

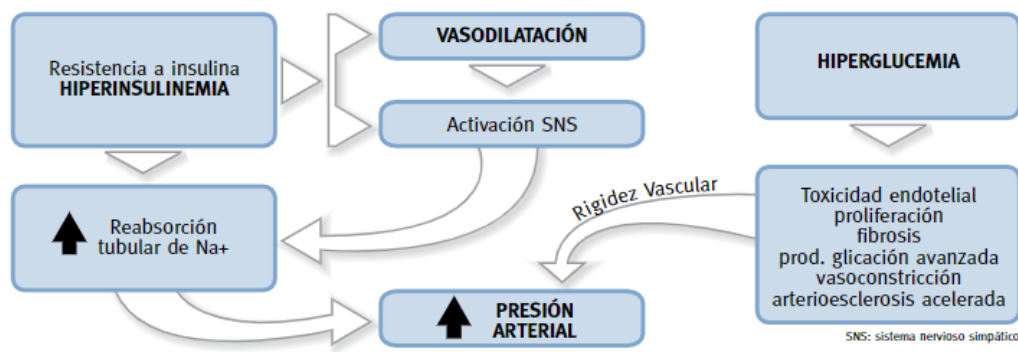


Ilustración 27 mecanismos de la HTA en diabetes.

(Turuel et al, 2008).

Cushing

La HTA sólo ocurre en el 20% de los pacientes con Cushing iatrogénico, y en alrededor del 80% de los que presentan un hipercortisolismo endógeno (Mahana, 2005).

Entre los mecanismos involucrados en su aparición están la activación del sistema renina-angiotensina-aldosterona, el aumento de la reactividad vascular ante vasoconstrictores e inhibición de los sistemas de vasodilatación (García et al, 2014).

Adicional a lo anteriormente mencionado, se presenta por un aumento de la sensibilidad periférica a los agonistas beta adrenérgicos, aumento en la producción de renina y a la activación de los receptores del túbulo renal tipo 1, células ubicadas en el túbulo colector cortical (mineralocorticoides). (Botina et al, 2017). Alrededor del 80% de los pacientes adultos con síndrome de Cushing endógeno tienen hipertensión, que se debe a alteraciones de la regulación del volumen plasmático, resistencia vascular sistémica y vasodilatación (Rhee y Pearce, 2011)

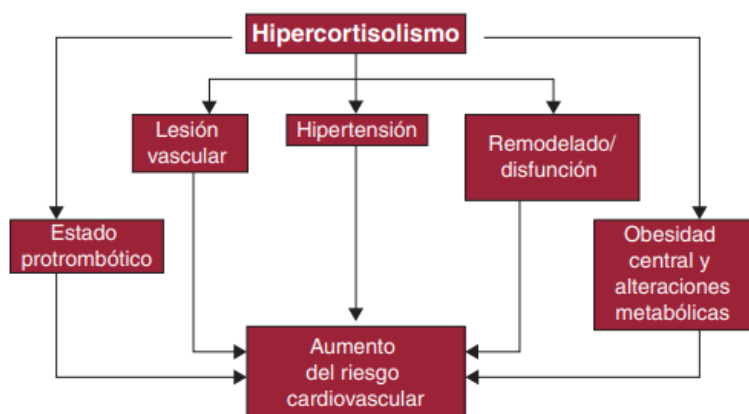


Ilustración 28. Mecanismos de aumento del riesgo cardiovascular a través del hipercortisolismo (Rhee y Pearce, 2011).

Hipertiroidismo.

Se debe al aumento del gasto cardíaco (GC) y a la disminución de la RVS junto a la potenciación de las catecolaminas (Borrajó, Gutiérrez y López, sf). El aumento del GC como consecuencia del aumento de consumo de oxígeno por los tejidos, la disminución de la RVS y el incremento de la reabsorción renal de sodio, secundaria a la activación del eje renina-angiotensina-aldosterona, lo cual, unido al efecto directo de la T3 en la liberación de eritropoyetina, conlleva a un aumento del volumen de sangre y a un aumento de la contractilidad cardíaca (Rodríguez et al, 2010).

El aumento de la frecuencia cardíaca reduce la adaptación del árbol arterial, por lo que aumenta la impedancia aórtica y, a su vez aumenta la PAS (Mantilla, Echin y Perel, 2010). Todos estos cambios hemodinámicos causan un incremento en el trabajo cardíaco, que lleva con el tiempo a la hipertrofia cardíaca (Paoli, 2003).

Consecuencias del aumento de la Pa:

Las principales consecuencias del aumento de la Pa se evidencian en diferentes sistemas como se verá a continuación y se le llama daño a órganos diana.

Sistema nervioso

Hemorragias cerebrovasculares, convulsiones, demencia, déficits neurológicos y muerte son algunas de las consecuencias de HA en el sistema nervioso (Acierno et al, 2018).

Sistema Cardiovascular

La HA genera hipertrofia del ventrículo izquierdo y alteraciones en arterias y arteriolas (Ilustración 29) (Hsiang et al, 2008).

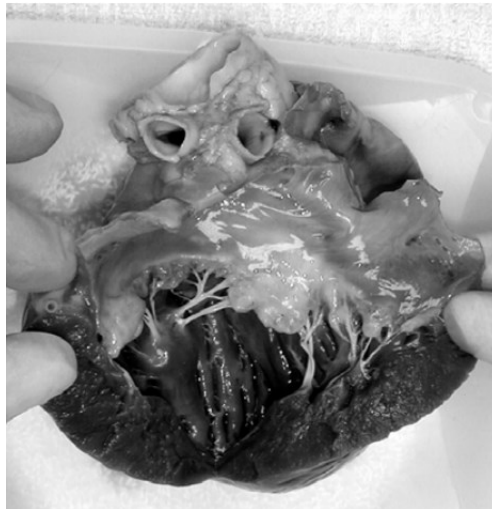


Ilustración 29. Hipertrofia ventricular izquierda y endocarditis secundaria a HTA (Stepien, 2002).

Riñón

Las lesiones que se producen en riñón debido a la HA incluyen glomeruloesclerosis, atrofia glomerular, degeneración tubular y fibrosis intersticial llevando a fallo renal (Acierno et al, 2018).

Ojo

La HA produce ceguera, hifema secundario a glaucoma, hemorragias y desprendimientos de retina (Ilustración 30) (Villagrasa y Cascales, 1999).

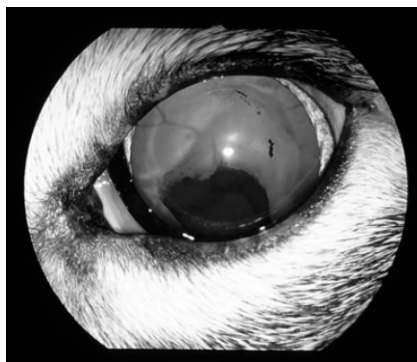


Ilustración 30. Hifema secundario y desprendimiento de retina secundario a HTA (Stepien, 2002).

Un minucioso examen oftalmológico es fundamental ya que las afecciones oculares son las complicaciones más frecuentes de la HTA y las más fáciles de valorar en la exploración clínica, el primer signo que se puede detectar mediante el examen oftalmoscópico en el caso de HTA son los edemas subretinianos de localización peripapilar y la hemorragia en la conjuntiva esclerótica (Ilustración 31) (Font y Fernández, 2001).



Ilustración 31. Hemorragias en la conjuntiva esclerótica. (Font y Fernández, 2001).

Según Acierno et al (2018) la hipertensión en perros y gatos está clasificado en base al riesgo de daño a órganos diana (DOD) :

Normotensos (mínimo riesgo DOD) PAS <140 mm Hg

Prehipertensos (bajo riesgo DOD) PAS 140-159 mm Hg

Hipertensos (moderado riesgo DOD) PAS 160-179 mm Hg

Severamente hipertensos (alto riesgo DOD) SBP \geq 180 mm Hg

Se considera que la medición de la presión arterial en los caninos con fallo renal crónico debe realizarse de una manera sistemática, siempre por la misma persona. Un minucioso examen oftalmológico es también fundamental ya que las afecciones oculares son las complicaciones más frecuentes de la hipertensión y las más fáciles de valorar en la exploración clínica. El primer signo que se puede detectar mediante el examen oftalmoscópico en el caso de hipertensión arterial, son los edemas subretinianos de localización peripapilar. (Font y Fernández, 2001)

Según Brands et al (1995) la relación entre la hipertensión y el peso en los seres humanos ha sido establecida hace mucho tiempo, debido a que la hipertensión es poco frecuente en perros, no se han realizado muchos estudios que establezcan esta relación. Uno de los mecanismos propuestos para dicha relación, es que la hiperinsulinemia presente en pacientes hipertensos obesos causa la hipertensión a través de retención de sodio y/o de los efectos estimulantes del sistema nervioso simpático (Brands et al, 1995).

Debido a esto Báez et al (2007) afirman que los cambios terapéuticos en el estilo de vida, dieta y control del peso, el consumo de sodio y alcohol, el ejercicio, y el cese del consumo de tabaco, ayudan al control de la presión arterial de los hipertensos y disminuyen el riesgo cardiovascular.

Hipotensión Arterial

La hipotensión se reconoce más fácilmente que la hipertensión porque la presentación clínica suele ser aguda. Los tres mecanismos fisiopatológicos básicos que conducen a la hipotensión son la disminución del tono vascular, la disminución del gasto cardíaco y la hipovolemia. (Love y Harvey, 2006).

Ciertos estados de enfermedad, particularmente los relacionados con anafilaxia, pérdida de sangre, sepsis y neoplasias, pueden conducir a hipotensión potencialmente devastadora. Causas iatrogénicas de hipotensión, incluyendo anestesia y vasodilatación farmacológica, también son comunes. (Love y Harvey, 2006).

Clínicamente, la hipotensión por sí sola no es peligrosa si la perfusión de los tejidos es la adecuada, pero si ésta se asocia a un flujo insuficiente, la vida del paciente puede estar en peligro. (Redondo et al, 2005). Tal y como mencionan Raven y Chapleau (2014) sobre que una disminución en la presión arterial puede disminuir el flujo sanguíneo y el suministro de oxígeno a los tejidos periféricos y potencialmente comprometen la función celular y el sistema de órganos. Una hemorragia que provoque una pérdida de sangre mayor al 10% de la volemia provocará un shock hipovolémico y como consecuencia de ello una hipotensión (Dantín, 2018).

Joyner y Limberg (2014) mencionan que durante la vasodilatación cutánea por estrés térmico se produce una reducción en la resistencia vascular sistémica y del retorno venoso, contribuyendo a una caída en la Pa y la intolerancia ortostática.

Los pacientes anestesiados están particularmente en riesgo de hipotensión grave y posiblemente mortal porque muchos anestésicos inyectables e inhalados deprimen el

gasto cardiaco (GC) y/o la resistencia vascular periférica. La autorregulación es limitada en presencia de hipotensión grave, lo que puede comprometer la perfusión adecuada de los riñones, el corazón y el cerebro y conducen a la disfunción y el fracaso de los órganos. (Love y Harvey, 2006).

Redondo et al (2005) observaron que la incidencia de hipotensión incrementa significativamente conforme aumenta el riesgo anestésico. Así, la clasificación ASA demuestra su eficacia a la hora de predecir la probabilidad de que haya complicaciones.

Factores que afectan la expresión de valores normales

Muchos factores fisiológicos, técnicos y terapéuticos tienen importantes efectos sobre los resultados en la medición de la presión arterial. Es muy importante tener un conocimiento profundo de estos factores al momento de desarrollar una tabla de valores normales o de reconocer los cambios no expresados por la enfermedad o la edad de un paciente (Magrini y Martini, 2012).

De acuerdo con lo reportado por Jain en 1993, entre los factores que afectan los valores de presión arterial en diferentes estudios se encuentran: la proveniencia, edad, sexo, raza, estado sanitario y la nutrición de los animales; al igual que el método utilizado para la medición. Además, diferencias fisiológicas como el estado de excitación, la actividad muscular, el momento de la medición, la temperatura ambiental, el balance hidro-electrolítico y la altura pueden causar diferencias importantes en los resultados (Jain, 1993).

Según Marino et al (2011) los galgos presentan valores de Pa aproximadamente 10–20 mmHg más alto que los perros criollos cuando se mide dicho valor en el hospital, la mayoría de estas diferencias cardiovasculares son adaptaciones fisiológicas ya que son animales de carreras.

Cainzos, R., Delgado, M. y Koscinczuk, P. (2018) realizaron un estudio en el cual evaluaron la

presión arterial en perros que entraban en contacto con personas desconocidas, teniendo en cuenta si la sociabilidad influye en estas respuestas y encontraron que perros menos sociales sometidos a la interacción con una persona desconocida mostraron un aumento de la presión arterial después de dicha interacción, posiblemente como resultado de una respuesta rápida de estrés psicológico.

Sexo

En humanos la presión arterial muestra un patrón diferente en hombres y mujeres; en promedio es más alta en hombres y la mayor diferencia se halla hacia la cuarta y quinta décadas de la vida (Báez et al.,2007). Asimismo, aseguran Briant, Charkoudian y Hart (2016) diciendo que en los hombres, la presión arterial comienza a aumentar durante la tercera década de vida, y la incidencia de hipertensión aumenta un 60-70% en la séptima década. La progresión de la presión arterial alta en las mujeres es mucho más lenta; aumenta en la cuarta y quinta década (es decir, durante la menopausia) y sigue aumentando con la edad. Un estudio realizado por Bodey y Michell (1996) apoya esta teoría en los perros enteros, ya que los machos obtuvieron valores de PAM de 101.3 mmHg, al compararlo con machos castrados hay una diferencia de Pa de 1.4 mmHg y con hembras la diferencia es de 7 mmHg. Por ende, según estos valores el macho entero tiende a tener valores de Pa más altos.

Según Briant et al (2016) en mujeres jóvenes sanas, la transducción del SNA a la vasoconstricción se compensa al oponerse a la vasodilatación B-adrenérgica. Este componente disminuye el riesgo de HTA en mujeres en comparación con hombres de edad similar ya que ellos no tienen este efecto protector, que es perdido en mujeres posmenopáusicas por la pérdida de estrógenos. Además de esto los autores mencionan

que en mujeres el uso de anticonceptivos orales ha demostrado aumentar el riesgo de sufrir de HTA ya que influye en la transducción neurovascular simpática.

Temperatura ambiental

Cainzos et al (2014) mencionan que en los animales domésticos el mantenimiento de la temperatura corporal dentro de límites normales supone la activación de numerosas respuestas fisiológicas que generan variaciones en el tono vascular y la presión arterial. Y con base en esto, realizaron un estudio en el que evaluaron la influencia de la temperatura ambiental sobre la Pa del perro, concluyendo que las presiones en los animales bajo estudio fueron más elevadas cuando la temperatura ambiente superó los 38°C.

Ejercicio, excitación y entrenamiento.

Jain (1993) señala que el incremento en la presión sanguínea y la liberación de epinefrina durante el ejercicio y la excitación pueden ser causa de significativos incrementos en los resultados de Pa.

Cainzos et al. (2018) mencionan que debido a que la Pa es sensible al estrés psicológico, los perros sensibles al estrés presentan presiones sanguíneas más elevadas ya que los individuos son capaces de variar su respuesta cardiovascular según en el medio ambiente en el que se encuentren.

Durante el ejercicio aeróbico la alta demanda de flujo sanguíneo a los músculos o el cerebro puede requerir una vasodilatación excesiva, lo que resulta en una disminución de la Pa, en el caso del ejercicio de resistencia, aumentos de la presión arterial. Estas respuestas reguladoras pueden conducir a procesos patológicos y enfermedades, en particular cuando participan crónicamente (Raven y Chapleau, 2014).

Carvalho et al. (2012) publicaron un estudio en el cual realizaron una comparación de los valores de PAS en animales que se encuentran en su hogar (136.3 ± 21.2 mmHg) y posteriormente en el centro veterinario (154.7 ± 24.9 mmHg) y concluyeron que el simple hecho de que el perro se encuentre en un centro veterinario ya implica estrés y alteraciones fisiológicas en el animal generando cambios en los resultados de la medición.

Los perros sensibles al estrés presentan presiones más altas, así como frecuencias cardíacas más elevadas. La intensidad de los agentes estresantes aumenta la variabilidad de las respuestas (Cainzos et al, 2014).

En humanos ancianos, durante el ejercicio se evidencian menores aumentos en la frecuencia cardíaca, acompañados de mayores aumentos en la presión arterial. La caída en la capacidad de aumentar la frecuencia cardíaca se explica por la disminución en la respuesta fisiológica a las catecolaminas y a la degeneración axonal de las neuronas que inervan los atrios. (Salech, Jara & Michea, 2012).

En perros galgos al realizar la medición de Pa, la PAM arrojó resultados mayores al tomar la Pa en los miembros posteriores (MP) que, en el anterior, posiblemente por la conformación vascular y su mayor demanda de oxígeno en los MP para las carreras, o a una conformación anatómica diferente de la musculatura de los MP que altera la lectura oscilométrica en comparación con la extremidad anterior (Marino et al, 2011).

Obesidad

Un perro con una condición corporal (CC) ideal debe tener una composición de grasa menor de 15 - 20% de su peso total. (Pérez, Caraza, Quijano y Barbosa, 2015). Se estima que la obesidad

afecta a un 20-40% de la población canina (Montoya et al, 2006). Rochini, Yank y Gokee (2004) mencionan que una hipótesis para explicar la patogénesis de la HTA por obesidad es la activación simpática del SNC de forma crónica, ya que este tipo de pacientes presentan esta alteración porque la sobrealimentación estimula la actividad simpática. Específicamente los CHOS, las grasas y la leptina, una hormona secretada por los adipocitos.

Montoya et al (2006). también habla de que además de almacenar el exceso de energía, el tejido adiposo canino secreta varias moléculas conocidas colectivamente como adipocinas, una de estas adipocinas, la angiotensina II, que no sólo influye en la Pa a través del riñón, sino que también actúa sobre las terminaciones nerviosas presinápticas para aumentar la actividad nerviosa simpática.

Garaycochea, Dávila, Lira y Suárez en 2018, realizaron un estudio que comparó la presión arterial sistólica entre perros delgados y perros obesos y encontraron que los valores en animales obesos (154.83 ± 24.18 mmHg) tienen tendencia a ser más altos que en animales delgados (146.1 ± 23.23 mmHg) pero sin superar el rango normal.

Rochini et al (2004) comparan en su estudio la influencia de dietas altas en grasa con el aumento de la Pa, los resultados muestran (Tabla 4) que en el grupo #1 seis semanas después de instaurar la dieta alta en grasa se presentó un aumento de Pa de 14 mmHg. Mientras que el grupo #2 tenía una dieta alta en grasa, baja en sal y con suministro de furosemida y 6 semanas después de iniciar con este protocolo la Pa tuvo un aumento de 4 mmHg. Por ende, demuestran que una dieta baja en sodio más furosemida impidió la hipertensión asociada a la alimentación de los perros con una dieta alta en grasas.

Tabla 4

Medición de Pa con dietas altas en grasa en caninos

TIEMPO	GRUPO 1	GRUPO 2
Semana 0	91 ±2 mmHg	92±2 mmHg
Semana 6	105±2 mmHg	96±3

Montoya et al (2006) realizaron un estudio para determinar la relación entre la condición corporal (CC) del perro y la Pa y concluyeron que la CC está significativamente correlacionado con la PAS, PAD y PAM, como se observa en la tabla 5 ya que la CC era directamente proporcional al aumento de Pa.

Tabla 5

Resultados de Pa según la CC.

CC	PAS (mmHg)	PAD (mmHg)	PAM (mmHg)
4	143	85	103
5	145	94	110
6	133	105	115
7	146	113	125
8	155	116	130
9	160	116	132

Edad

Los animales geriátricos con frecuencia presentan en términos generales, rangos fisiológicos diferentes en comparación con los animales jóvenes. Cada propietario debe aprender a convivir con un animal geriátrico teniendo en cuenta los cambios en el organismo que conllevan a patologías importantes y ante cualquier cambio mínimo acudir al veterinario para evaluar al animal y que pueda ser correctamente diagnosticado. (Saunders, 2012).

En humanos la presión arterial muestra un incremento progresivo con la edad y el modelo

de HTA cambia, se observa que la presión arterial sistólica muestra un incremento continuo mientras que la presión diastólica comienza a declinar a partir de los 50 años en ambos sexos, incrementado la presión de pulso que constituye un predictor muy fuerte para el desarrollo de eventos cardiovasculares. (Salazar, Rotta & Costa, 2016).

Según Kim et al (2018) los cambios en la función cardiovascular relacionados con la edad generan principalmente alteraciones en la velocidad de la sangre, distensibilidad arterial y aumento de la rigidez sistólica y diastólica ventricular que se asocia con la duración prolongada de la contractilidad miocárdica. Además, Franklin et al (2016) dice que la edad avanzada se asocia con la disminución de la sensibilidad de barorreceptores y el aumento de la variabilidad de la presión arterial.

Según Guyton y Hall (2011) en humanos después de los 60 años suele producirse un incremento extra de la presión sistólica que es consecuencia del descenso en la distensibilidad o del «endurecimiento» de las arterias, que es el resultado de la aterosclerosis. Adicionalmente Franklin et al (2016) comenta que la medición de la presión arterial convencional en personas hipertensas de edad avanzada poco después de una comida grande puede demostrar una reducción postprandial de la presión arterial.

En los perros, la presión sanguínea tiende a elevarse con la edad, registrándose aumentos de 1-3 mmHg por año, a consecuencia de cambios relacionados con el envejecimiento. (Saunders et al, 2014).

Un canino se considera un animal geriátrico dependiendo de su raza y su tamaño, los cuidados y la alimentación que tenga el animal (Ilustración 32) (Willems et al, 2017).

	Feline	Canine (adult size in kg)			
		0-9.1	9.5-22.7	23.2-54.5	> 54.5
3 years	28	28	29	31	39
4 years	32	33	34	38	49
5 years	36	38	39	45	59
6 years	40	42	44	52	69
7 years	44	46	49	59	79
8 years	48	50	54	66	89
9 years	52	54	59	73	99
10 years	56	58	64	80	
11 years	60	62	69	87	
12 years	64	66	74	94	
13 years	68	70	79		
14 years	72	74	84		
15 years	76	78	89		
16 years	80	82	94		
17 years	84	86			
18 years	88	90			
19 years	92	94			
20 years	96				

Adult;
 Senior;
 Geriatric

Ilustración 32. Tabla de analogía de edad entre humanos y mascotas.

El sistema cardiovascular sufre cambios fisiológicos intrínsecos durante el proceso de envejecimiento natural. En perros, estos cambios incluyen una respuesta reducida a la estimulación β -adrenérgica, un aumento en la rigidez vascular y miocárdica, y la prolongación de la duración del potencial de acción, así como la contracción y relajación de los miocitos normales. Así mismo se ha encontrado que la arteriosclerosis coronaria y la fibrosis valvular y miocárdica son hallazgos comunes en perros mayores de 12 años. (Saunders, 2012). Complementando lo anteriormente mencionado Gamboa (2006) afirma que la presión sistólica y la presión del pulso se incrementa con la edad, debido principalmente a pérdida de elasticidad en las grandes arterias. La arteriosclerosis en estas arterias resulta en calcificación, depósitos de colágeno, hipertrofia de células musculares lisas, así como fragmentación de fibras elásticas en la capa media. Brown et al (2007) mencionan que aunque la correlación entre la edad y el predominio

del avance de la hipertensión sistémica no es tan clara en los animales como en seres humanos, las condiciones que causan hipertensión secundaria se observan con mayor frecuencia en las mascotas geriátricas.

Se considera que de un 50% a un 93% de perros con fallo renal presentan hipertensión sistémica dependiendo de la causa, grado y severidad de la lesión renal (Font y Fernández, 2001).

Meurs et al (2000) realizaron un estudio en el que evaluaron la HTA como consecuencia del envejecimiento y no como resultado de enfermedades predisuestas, en perros jóvenes y perros geriátricos. Los resultados obtenidos muestran que PAD (74 mmHg) y PAM (81 mmHg) eran más bajas en los geriátricos, mientras que la sistólica no presentaba diferencia entre los grupos. La observación de valores más altos para PAD y PAM en la población de control podría sugerir que se había producido cierto endurecimiento y pérdida de elasticidad dentro de los vasos sanguíneos de los perros geriátricos.

DISCUSIÓN

Aunque no existen valores normales de presión arterial aceptados universalmente, la mayor parte de las publicaciones recientes indican valores, en perros normales, menores de 160/90 mm Hg. Sin embargo, es preciso considerar que factores fisiológicos como la edad, sexo y raza, peso corporal y el ejercicio, influyen en los valores de la presión sanguínea (Font y Fernández, 2001). Además, Meurs et al (2000) mencionan que, en la bibliografía veterinaria, los valores normales reportados para la presión sanguínea son variados y parecen depender tanto del equipo como del protocolo utilizado para la medición.

Independientemente del método que se vaya a utilizar, la experiencia del operador tiene un impacto significativo en las mediciones de Pa, a menudo, la persona más calificada es un técnico bien entrenado y no un veterinario. Así mismo se debe tener en cuenta lo importante que es el tiempo de aclimatación en el entorno (Acierno et al, 2018).

La presión arterial directa se considera la prueba de oro, pero es dolorosa, invasiva y relativamente lenta. Se recomiendan mediciones directas para pacientes clínicamente inestables que se beneficiarían de un monitoreo continuo. De forma rutinaria, se prefieren las mediciones no invasivas porque son relativamente baratas, fáciles de obtener y bastante precisas. (Love y Harvey, 2006). Además de esto Bosiack et al (2010) afirman lo mismo que los autores anteriores y mencionan que el cateterismo arterial, que es necesario para la monitorización directa, presenta varios riesgos como infección, formación de émbolos y hemorragia. Adicionalmente, Haberman et al (2006) mencionan que este método muchas veces requiere sedación o incluso anestesia general, así como gran habilidad técnica y puede inducir una elevación de la presión por ansiedad.

La metodología Doppler es razonablemente precisa, muy eficiente y aplicable a pacientes de

cualquier tamaño, pero puede llevar mucho tiempo porque no está automatizada (Love y Harvey, 2006). Además de esto Redondo et al (2005) afirman que el problema radica en la subjetividad y dependencia del observador, por lo que los resultados pueden no ser fiables.

Los monitores oscilométricos también pueden ser bastante precisos, tener sistemas de alarma y están automatizados (Redondo et al, 2005). Sin embargo, Cainsos et al (2014) consideran la oscilometría como un método confiable cuando se aplica en animales de razas medianas y grandes. En cambio, se torna inseguro en animales pequeños (menores de 4,5 kg) por lo cual no recomiendan su uso en gatos.

Stepien et al (2003) añade que En general, se prefieren métodos de diagnóstico más simples y menos invasivos que los de medición directa al establecer un diagnóstico, pero las pruebas simples suelen estar asociadas con una mayor incidencia de resultados erróneos.

Aunque cada enfoque para la medición de presión arterial tiene limitaciones, los principales requisitos para cualquier procedimiento de rutina son la precisión y la practicidad. (Love y Harvey, 2006). Adicionalmente Scansen et al (2014) mencionan que cada dispositivo de medición tiene inconvenientes potenciales y además se han realizado pocos en animales conscientes que validen estas técnicas.

Acierno et al (2018) mencionan que las normas para la validación de los dispositivos de Pa indirectos en personas están bien establecidos, pero en perros y gatos no hay ningún dispositivo que cumpla con estos criterios. Además, hay muy pocos estudios en animales conscientes, la mayoría son con pacientes anestesiados.

Según Redondo et al (2005), el criterio para diagnosticar la hipertensión es obtener una lectura superior a 200 mmHg de PAS, pero Saunders (2012) menciona que se diagnostica a partir de 150 mm Hg de PAS.

En el estudio realizado por Niklitschek (2009) en 30 caninos, se observó un 60% de hipertensión arterial en perros mayores de 7 años (PAS 155 ± 25 mmHg) y con una edad promedio de presentación de $9,5 \pm 2$ años.

Redondo et al (2005) concluyen en su estudio que la monitorización de la presión arterial debe ser una técnica rutinaria durante la anestesia general del perro, ya que la incidencia de hipotensión es muy alta y puede tener graves consecuencias, lo cual coincide con Love y Harvey (2006) diciendo que el riesgo de hipotensión en pacientes anestesiados es grave y puede comprometer la perfusión adecuada de los riñones, el corazón y el cerebro.

Scansen et al (2014) realizaron un estudio en perros de raza Pastor Shetland aparentemente sanos, en los que se evaluó la Pa mediante el método Doppler comparando los resultados obtenidos en miembro anterior y posterior. Los resultados medios obtenidos de la PAS fueron de 132 mmHg en la extremidad anterior y 118 mmHg en la extremidad posterior, llegando a la conclusión de que mostraron amplios límites de concordancia y escasa correlación. Por el contrario, el estudio que realizó Marino et al (2011) en perros galgos reporta que la PAS media en estos perros fue mayor en la extremidad posterior que en la anterior.

Está comprobado que la presión arterial en perros se eleva en el momento de la consulta al veterinario, especialmente si los animales no están habituados a la medición ni al operador, lo que genera un estrés social (efecto de bata blanca) (Saunders et al, 2014). Pero Acierno et al (2018) mencionan que los efectos de la ansiedad sobre la PA no son predecibles, ya que algunos animales exhiben un marcado aumento de la PA, mientras que otros no. Algunos incluso pueden exhibir una disminución de la PA como resultado del proceso de medición.

Por las alteraciones registradas por el efecto de bata blanca, Marino et al (2011) sugieren que la

Pa se debe medir en perros galgos en el ambiente casero, teniendo presente que el sitio de ubicación del brazalete de la extremidad trasera dará lugar a lecturas más altas de PAS.

De igual forma opina García (2009) mencionando que la medición ambulatoria de Pa, ha permitido confirmar que la Pa medida fuera de la consulta refleja valores inferiores a la tomada en la consulta, al evitar el fenómeno de bata blanca.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acierno, M. J., Brown, S., Coleman, A. E., Jepson, R. E., Papich, M., Stepien, R. L., & Syme, H. M. (2018). ACVIM consensus statement: Guidelines for the identification, evaluation, and management of systemic hypertension in dogs and cats. *Journal of veterinary internal medicine*, 32(6), 1803-1822.
- Acierno, M. J., & Labato, M. A. (2005). Hypertension in renal disease: diagnosis and treatment. *Clinical techniques in small animal practice*, 20(1), 23-30.
- Álvarez I. y Cruz L.E., (2011) Fisiología cardiovascular aplicada en caninos con insuficiencia cardiaca. Bogotá Colombia. *REDVET*.
- Allen, J., Gómez, L. y Manuel, R (2013). Fisiopatología de la hipertensión arterial en patología endocrina, CAP 54. En Gómez LLambí, H., & Piskorz, D. Hipertensión arterial, epidemiología, fisiología, fisiopatología, diagnóstico y terapéutica. Buenos Aires: Inter-Médica.
- Araya-Orozco, M. (2004). Hipertensión arterial y diabetes mellitus. *Revista Costarricense de Ciencias Médicas*, 25(3-4), 65-71.
- Báez, L., Blanco, M., Bohórquez, R., Botero, R., Cuenca, G., DAchiardi, R., & Manzur, F. (2007). Guías colombianas para el diagnóstico y tratamiento de la hipertensión arterial. *Rev Colomb Cardiol*, 13(supl 1), 187-317.
- Bellido, C. M., Fernández, E. L., López, J. A., Simón, P. H., & Padial, L. R. (2003). Etiología y fisiopatología de la hipertensión arterial esencial. *Monocardio*, 3, 141-160.

- Bello-Robles, J. C., Becerra-Luna, B., Bautista, R., Martínez-Memije, R., & Infante, O. (2017). Método fotopletismográfico para la medición incruenta de la presión arterial sistólica a nivel de la arteria digital. In *Memorias del Congreso Nacional de Ingeniería Biomédica* (Vol. 1, No. 1, pp. 72-75).
- Bodey, A. R., & Michell, A. R. (1996). Epidemiological study of blood Pressure in domestic dogs. *Journal of Small Animal Practice*, 37(3), 116-125.
- Bloomfield, D. A., & Park, A. (2017). Decoding white coat hypertension. *World journal of clinical cases*, 5(3), 82.
- Borrajato, E., Gutiérrez, A., López, L., & Tacons, J. Hipertensión arterial de origen endocrino. Sociedad Española de Endocrinología Pediátrica.
- Bosiack, A. P., Mann, F. A., Dodam, J. R., Wagner-Mann, C. C., & Branson, K. R. (2010). Comparison of ultrasonic Doppler flow monitor, oscillometric, and direct arterial blood pressure measurements in ill dogs. *Journal of Veterinary emergency and critical care*, 20(2), 207-215.
- Bossa, M, M. (2009) Valores de referencia en perros sanos entre 1 y 6 años de edad atendidos en el hospital veterinario-Universidad de Antioquia. *Colombia de ciencias pecuarias, 1*).
- Botina, H. D. G., Botina, D. R. L., Sánchez, F. M., & González, A. R. (2017). Presentación de tres casos y revisión en la literatura: Síndrome de Cushing. *Archivos de Medicina (Manizales)*, 17(2), 415-424.
- Brands, M.W., Hall, J.E., Van Vliet, B.N., Alonso-Galicia, M., Herrera, G.A., Zappe, D. (1995). Obesity and hypertension: roles of hyperinsulinemia, sympathetic nervous system and intrarenal mechanisms. *J. Nutr.* 125 (6 Suppl), 1725S-1731S.

- Briant, L. J. B., Charkoudian, N., & Hart, E. C. (2016). Sympathetic regulation of blood pressure in normotension and hypertension: when sex matters. *Experimental physiology*, *101*(2), 219-229.
- Brown, S., Atkins, C., Bagley, R., Carr, A., Cowgill, L., Davidson, M., Stepien, R. (2007). Guidelines for the Identification, Evaluation, and Management of Systemic Hypertension in Dogs and Cats. *J Vet Intern Med* ;21:542–558.
- Butlin, M. y Avolio, A. (2015). Age- related changes in the mechanical properties of arteries. En :Butlin, M. y Avolio, A. Mechanical properties if aging soft tissues chapter 3.
- Cainzos, R. P., Koscinczuk, P., & Ferreiro, M. C. (2016). Influencia de la temperatura ambiental sobre la presión arterial del perro. *Revista veterinaria*, *25*(2), 154-157.
- Cainzos, R., Delgado, M. & Koscinczuk, P. (2018) Relation between sociability, blood pressure and heart rate in the domestic dog (canis familiaris). *Rev Inv Vet Perú* ; 29(1): 31-40.
- Carvalho, F., Neuwald, E., Santos, V., Ribeiro, A., de Oliveira, F. y Diaz, F. (2012) .Systolic blood pressure of dogs at hospital and domestic environment. *Ciência Rural*, *Santa Maria*, v.42, n.7, p.1243-1248, jul, 2012.
- Celi, G., Rocha, M., & Yapur, M. (2011). Mediciones Fotopletismográficas. Escuela Superior Politécnica Del Litoral. Guayaquil, Ecuador.
- Chalifoux, A., Dallaire, A., Blais, D., Lariviere, N., & Pelletier, N. (1985). Evaluation of the arterial blood pressure of dogs by two noninvasive methods. *Canadian Journal of Comparative Medicine*, *49*(4), 419.

- Chiappe, A. y Marino, M. Fisiología Cardiovascular. En Chiappe, A. (2012). Bases conceptuales de fisiología animal.
- Cingolani, H. E. (2000). Fisiología humana de Houssay. Sección IV. Sistema circulatorio. (Séptima edición). *Editorial El Ateneo*.
- Cuesta, A. (2004). Medición de la tensión arterial, errores más comunes. Universidad de Valencia, Valencia, España.
- da Cunha, A. F., Ramos, S. J., Domingues, M., Beaufrère, H., Shelby, A., Stout, R., & Acierno, M. J. (2016). Agreement between two oscillometric blood pressure technologies and invasively measured arterial pressure in the dog. *Veterinary anaesthesia and analgesia*, 43(2), 199-203.
- de la Riva. I. (2000). Fisiología humana de Houssay. Sección IV. Sistema circulatorio. (Séptima edición). *Editorial El Ateneo*.
- Dantín, A. *Capítulo X: Fisiología cardiovascular*. En Dantín, A., De Simone, E. y Mazzini, E. (2018). Fisiología animal comparada.
- Douma, L. G., & Gumz, M. L. (2018). Circadian clock-mediated regulation of blood pressure. *Free radical biology and medicine*, 119, 108-114.
- Dyce, K. M., Sack, W. O., & Wensing, C. J. G. (2015). Anatomía veterinaria. Capítulo VII: Sistema cardiovascular. *Editorial El Manual Moderno*.
- Elliott, D., & Lefebvre, H. (2006). Insuficiencia renal crónica: importancia de la nutrición. *Enciclopedia de la Nutrición Clínica canins*. Ed. Pibot P, Biourge V, Elliot D, editores. Aniwa SAS Royal Canin, Aimarges, Francia, 268-298.
- Font, A. y Fernández M. (2001). Hipertensión arterial sistémica en 5 perros con fallo renal. *Clin Vet Pequeños Anim Vol. 21 n03*.

- Franklin, S. S., O'Brien, E., & Staessen, J. A. (2016). Masked hypertension: understanding its complexity. *European heart journal*, 38(15), 1112-1118.
- Fred, L. M. (2012) Clinical Pathology Interpretation in Geriatric Veterinary Patients. *Vet Clin Small Anim*, 42,615–629.
- Gamboa, A. R. (2006). Physiopathology of Essential arterial hypertension. *Acta. Med. Per*, 23, 76-82.
- García, J.(2009). Fisiología Cardíaca. En Miguel, C. M. . Libro de la salud cardiovascular del Hospital Clínico San Carlos y la Fundación BBVA. *Editorial Nerea*.
- García, N., Cabral, P. y Eynard, A. (2013). Fisiopatología de la HTA en la insuficiencia renal, cap. 51. En Gómez LLambí, H., & Piskorz, D. Hipertensión arterial, epidemiología, fisiología, fisiopatología, diagnóstico y terapéutica. *Buenos Aires: Inter-Médica*.
- García, Y., Tristán, S. T., Acosta Cedeño, A., Díaz Socorro, C., Cabrera Gámez, M., & Robles Torres, E. (2015). Cardiovascular risk found in Cushing syndrome. *Revista Cubana de Endocrinología*, 25(3), 178-190.
- Geres, M. (2015). Presión arterial. Anatomofisiología.
- Guyton. y Hall, J..*El corazón*. En Guyton y Hall, J... (12 edición). Tratado de fisiología médica. *Editorial Elsevier Saunders*.
- Garaycochea, C., Davila, R., Lira, B. y Suarez, F.(2018). Comparative study of lipidic profile and blood pressure in lean and overweight dogs. *Rev Inv Vet Perú* 2018; 29(4): 1178-1183.

- Haberman, C. E., Kang, C. W., Morgan, J. D., & Brown, S. A. (2006). Evaluation of oscillometric and Doppler ultrasonic methods of indirect blood pressure estimation in conscious dogs. *Canadian journal of veterinary research*, 70(3), 211.
- Hsiang, T. Y., Lien, Y. H., & Huang, H. P. (2008). Indirect measurement of systemic blood pressure in conscious dogs in a clinical setting. *Journal of Veterinary Medical Science*, 70(5), 449-453.
- Haidet, G. C., Wennberg, P. W., Finkelstein, S. M., & Morgan, D. J. (1996). Effects of aging per se on arterial stiffness: systemic and regional compliance in beagles. *American heart journal*, 132(2), 319-327.
- Hoareau, G. L., Jourdan, G., Mellema, M., & Verwaerde, P. (2012). Evaluation of arterial blood gases and arterial blood pressures in brachycephalic dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 26(4), 897-904.
- Inserra, F. (2016). Chronic kidney disease in hypertension and cardiovascular disease. *Revista de la federación argentina de cardiología*, 45(2), 60-66.
- Jeong, I., Jun, S., Um, D., Oh, J., & Yoon, H. (2010). Non-invasive estimation of systolic blood pressure and diastolic blood pressure using photoplethysmograph components. *Yonsei medical journal*, 51(3), 345-353.
- Jimenez, V. y Vargas, P. (2018). Comparison of indirect arterial blood pressure values measured in five anatomical sites in awake dogs. *Rev Inv Vet Perú* 2018; 29(4).
- Jones, C. U., Sangthong, B., Pachirat, O., & Jones, D. A. (2015). Slow breathing training reduces resting blood pressure and the pressure responses to exercise. *Physiological research*, 64(5).

- Joyner, M. J., & Limberg, J. K. (2014). Blood pressure regulation: every adaptation is an integration?. *European journal of applied physiology*, 114(3), 445-450.
- Jurko, A., Minarik, M., Jurko, T., & Tonhajzerova, I. (2016). White coat hypertension in pediatrics. *Italian journal of pediatrics*, 42(1), 4.
- Kim, E., Choe, C., Yoo, J. G., Oh, S. I., Jung, Y., Cho, A., ... & Do, Y. J. (2018). Major medical causes by breed and life stage for dogs presented at veterinary clinics in the Republic of Korea: a survey of electronic medical records. *PeerJ*, 6, e5161.
- Köing, H.E., Ruberte, J., y Liebich, H.G.(2005). Órganos del sistema cardiovascular. En köing, H.E., y Liebich, H.G. (2 edición). Anatomía de los animales domésticos (pp 154-182). *Editorial médica Panamericana*.
- Love, L., y Harvey, R. (2006). Arterial blood pressure measurement: physiology, tools, and techniques. *Compendium on continuing education for the practising veterinarian-north american edition* 28(6), 450.
- Mahana, D. (2005). Hipertensión Arterial de origen endocrinológico. *Revista Médica Las Condes (serial online)*.
- Marino, C. L., Cober, R. E., Iazbik, M. C., & Couto, C. G. (2011). White-coat effect on systemic blood pressure in retired racing Greyhounds. *Journal of veterinary internal medicine*, 25(4), 861-865.
- Magrini, D. W., & Martini, J. G. (2012). Hipertensão arterial: principais fatores de risco modificáveis na estratégia saúde da família. *Enfermería global*, 11(2).
- Mantilla, D., Echin, M. L., & Perel, C. (2010). Hipertiroidismo y sistema cardiovascular. Bases fisiopatológicas y su manifestación clínica. *Insuficiencia cardíaca*, 5(4), 157-177.

- Meder, A., Lezcano, P., Poblete, G., Lapuyade, C., Olondriz, P., Montenegro, J., Romero, J., Adagio, L., Wheeler, J., Lattanzi, L., Desmarás, E. y Arauz, M. (2012). Systolic blood pressure values, vascular Doppler pulsed method, in conscious healthy dogs. *Ciencia Veterinaria Volumen 14 - Número 1*.
- Mérida, A. C., León Hernández, F. J., & y Hernández, H. H. (2004). Regulación normal de la presión arterial sistémica. *Revista Mexicana de Cardiología, 15(1), 30-41*.
- Meurs, K. M., Miller, M. W., Slater, M. R., & Glaze, K. (2000). Arterial blood pressure measurement in a population of healthy geriatric dogs. *Journal of the American Animal Hospital Association, 36(6), 497-500*.
- Mohrman, D.E., y Heller, L.J. (6 edición). Fisiología cardiovascular. Serie Lange de fisiología.
- Montoya, J. A., Morris, P. J., Bautista, I., Juste, M. C., Suarez, L., Pena, C., ... & Rawlings, J. (2006). Hypertension: a risk factor associated with weight status in dogs. *The Journal of nutrition, 136(7), 2011S-2013S*.
- Mucha, C.J. (2007). Hipertensión e hipotensión arterial. San Pablo. Brasil: *REDEVET, VIII NO 7, 1-4*.
- Muñoz, J., Arnes, V., Mieres, M. y Noro, M. (2013). Hematological and peripheral blood pressure changes in dogs after a bee Sting. *Rev.MVZ Córdoba 18(1):3399-3404*.
- Nishi, E. E., Bergamaschi, C. T., & Campos, R. R. (2015). The crosstalk between the kidney and the central nervous system: the role of renal nerves in blood pressure regulation. *Experimental physiology, 100(5), 479-484*.
- Niklitschek, M.B. (2009). Asociación entre presión arterial y parámetros de funcionalidad renal en perros machos mayores de 7 años. Universidad Austral de Chile.

- Noboa, O., Boggia, J., Luzardo, L., & Márquez, M. (2012). Hipertensión arterial y riñón. *Revista Uruguaya de Cardiología*, 27(3), 406-412.
- Oteiza, D. U. (2007). Estudio del riñón en la Hipertensión Arterial (HTA). *Revista latinoamericana de hipertensión*, 2(1), 15-19.
- Pagoulatou S, Stergiopulos N (2017) *Evolution of aortic pressure during normal ageing: A model-based study*. PLoS ONE 12(7): e0182173.
- Paoli-Valeri, M. (2003). Hipertiroidismo subclínico:¿ Factor de riesgo para enfermedad cardiovascular?. *Revista Venezolana de Endocrinología y Metabolismo*, 1(2), 9-16.
- Peña, C. (2015). Obesidad canina: repercusiones clínicas y factores relacionados (presión arterial y parámetros metabólicos). (Tesis doctoral). Universidad de las Palmas de Gran Canaria. Departamento de patología animal, producción animal, bromatología y tecnología de los alimentos. Arucas.
- Pérez, A., Del-Angel, J., Mendoza, C., Perini, S., Barbosa, M., & Quijano, I.(2017) ¿ por qué y cómo medir la presión arterial en perros y gatos conscientes?.
- Pérez-Sánchez, A. P., Del-Angel-Caraza, J., Quijano-Hernández, I. A., & Barbosa-Mireles, M. A. (2015). Obesity-hypertension and its relation to other diseases in dogs. *Veterinary research communications*, 39(1), 45-51.
- Pesántez, J, J. (2013).Evaluación de la presión arterial en gatos aparentemente sanos utilizando Oscilometría de alta definición (HDO) en la ciudad de Quito. (tesis de pregrado).Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Pioli, M. R., Ritter, A. M., de Faria, A. P., & Modolo, R. (2018). White coat syndrome and its variations: differences and clinical impact. *Integrated blood pressure control*, 11, 73.

- Post, E. H., & Vincent, J. L. (2018). Renal autoregulation and blood pressure management in circulatory shock. *Critical care*, 22(1), 81.
- Raven, P. B., & Chapleau, M. W. (2014). Blood pressure regulation XI: overview and future research directions. *European journal of applied physiology*, 114(3), 579-586.
- Redondo, J. I., Rubio, M., Gómez, R. J., Sopena, J. J., Soler, C., & Carrillo, J. M. (2005). Estudio de la presión arterial intraoperatoria en el perro. Revisión de 976 casos y 1334 horas de anestesia. *Clínica veterinaria de pequeños animales*, 25(2), 0127-127.
- Rhee, S. S., & Pearce, E. N. (2011). The Endocrine System and the Heart: A Review. *Revista Española de Cardiología*, 64(3), 220-231.
- Rocchini, A. P., Yang, J. Q., & Gokee, A. (2004). Hypertension and insulin resistance are not directly related in obese dogs. *Hypertension*, 43(5), 1011-1016.
- Rodríguez Fernández, L., Yanes Quesada, M., Acosta Cedeño, A., Monteagudo Peña, G., del Busto, A., & Montero Molina, A. M. (2009). Hipertiroidismo subclínico. *Revista Cubana de endocrinología*, 20(1), 0-0.
- Roessler, E. (2016). Manejo de la hipertensión arterial en diabetes mellitus. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 27(2), 204-212.
- Rondeau, D. A., Mackalonis, M. E., & Hess, R. S. (2013). Effect of body position on indirect measurement of systolic arterial blood pressure in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 242(11), 1523-1527.
- Salazar, P.M., Rotta, A., y Ottiniano, F. (2016). Hipertensión en el adulto mayor. *Rev Med Hered*; 27:60-66.
- Salech F, Jara R, & Michea L. (2012). Cambios fisiológicos asociados al envejecimiento. *REV. MED. CLIN. CONDES*; 23(1) 19-29.

- Saunders, A. B. (2012). The diagnosis and management of age-related veterinary cardiovascular disease. *The Veterinary clinics of North America. Small animal practice*, 42(4), 655-68.
- Scansen, B. A., Vitt, J., Chew, D. J., Schober, K. E., & Bonagura, J. D. (2014). Comparison of forelimb and hindlimb systolic blood pressures and proteinuria in healthy Shetland sheepdogs. *Journal of veterinary internal medicine*, 28(2), 277-283.
- Stephenson, R.B. (2009). Sección III Fisiología, VIII No 7,1-6. Cardiovascular. J.G. Cunningham. (4), Fisiología veterinaria (178-276). Barcelona, España. Elsevir.
- Stepien, R. L. (2002). Hypertension in cats and dogs. In *The 26th Annual Waltham Diets/OSU Symposium, Small Animal Cardiology*.
- Stepien, R. L., Rapoport, G. S., Henik, R. A., Wenholz, L., & Thomas, C. B. (2003). Comparative diagnostic test characteristics of oscillometric and Doppler ultrasonographic methods in the detection of systolic hypertension in dogs. *Journal of veterinary internal medicine*, 17(1), 65-72.
- Teruel, J. L., Marín Iranzo, R., De Alvaro Moreno, F., Martínez Castelao, A., & Navarro González, J. F. (2008). Tratamiento de la hipertensión arterial en la diabetes mellitus Tipo 2. *Nefrología*, 1(1), 0.
- Tortosa, A. Sistema cardiovascular; Anatomía. Colegio oficial de enfermeros. Barcelona, España. 2009 [acceso]. Disponible en:
<https://www.infermeravirtual.com/files/media/file/100/Sistema%20cardiovascular.pdf?1358605522>
- Trapani, C. (2018). Comparación de la presión arterial entre caninos sanos de la ciudad de Cusco (3399 msnm) y Lima Metropolitana (154 msnm).

- Vachon, C., Belanger, M. C., & Burns, P. M. (2014). Evaluation of oscillometric and Doppler ultrasonic devices for blood pressure measurements in anesthetized and conscious dogs. *Research in veterinary science*, 97(1), 111-117.
- Villagrasa, M., Cascales, M. (1995). Hipertensión arterial: aspectos angiográficos del fondo ocular en el perro. Estudio de 24 casos. *Centro Oftalmológico Veterinario. c/Goya*, 106. 28009 Madrid.
- Willems, A., Paepe, D., Marynissen, S., Smets, P., Van de Maele, I., Picavet, P., . & Daminet, S. (2017). Results of screening of apparently healthy senior and geriatric dogs. *Journal of veterinary internal medicine*, 31(1), 81-92.
- Ynaraja, E (2017). Manual clínico de presión sanguínea en perros y gatos. Madrid, España. *Editorial Servet*.
- Zehnder, C. (2005). Riñón e hipertensión. *Revista. Med. Clin. Condes*, 16(2), 110-116.