

**NEFROESCLEROSIS ARTERIOLAR HIPERTENSIVA: IMPORTANCIA Y  
DIAGNÓSTICO EN LA CLÍNICA DIARIA**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO**

**Yessica Paola Cárdenas Briñez**

**David Fernando Balaguera Quinche**

**Director**

**Fundación Universitaria Agraria de Colombia - Uniagraria**

**Facultad de Ciencias Agrarias**

**Medicina Veterinaria**

**Bogotá D.C.**

**2023**

## Introducción

El sistema renal recibe un 21% del gasto cardiaco total, esto es posible gracias a la fisiología anatómica vascular renal, lo que hace que cada una de las nefronas que conforman este sistema jueguen un papel importante en la Presión Arterial (PA). Esto se debe a los controles intrínsecos y extrínsecos que posee el riñón para la regulación de la presión sanguínea glomerular dependiente de la PA sistémica.

Dentro de los controles extrínsecos está el sistema Renina - Angiotensina - Aldosterona (SRAA) y el Sistema Nervioso Simpático (SNS). Junho et al. (2023), indican que cuando hay una activación crónica de estos, así como de la sobreactivación del receptor de Mineralocorticoides (MR), da como resultado la presencia de una Hipertensión Arterial (HTA), así como de la aceleración del desarrollo de la miocardiopatía.

Las enfermedades crónicas silenciosas, suelen ser asintomáticas hasta que los efectos perjudiciales se manifiestan, las cuales son muy comunes en medicina veterinaria; entre ellas, se encuentra la Hipertensión Arterial (HTA). El conocimiento de la estrecha relación entre el sistema cardiaco con el sistema renal, hace que se correlacione el factor de riesgo que existe entre la aparición de la HTA con el comienzo y progresión de la enfermedad renal, así mismo, teniendo en cuenta que uno de los orígenes que se puede observar de la HTA es la propia enfermedad renal.

El término nefrosclerosis arteriolar hipertensiva, hace referencia a la reestructuración fisiológica renal causada a partir de la disminución del número de nefronas funcionales, que provoca el aumento de la Tasa de Filtración Glomerular (TFGe) en las nefronas remanentes. Estas modificaciones anatomopatológicas renales, causadas a partir de la HTA, traen consigo cambios hemodinámicos y no hemodinámicos.

Así, por medio de la profundización de la fisiopatología de origen cardiorenal, existe la probabilidad de amortiguarse o evitarse a través del diagnóstico temprano de la HTA, el cual se daría gracias a la medición de la PA en las consultas médicas diarias a felinos y caninos, dándole la oportunidad al paciente de prolongar su tiempo de vida junto con la calidad de la misma, lo cual se generará gracias a tratamientos farmacológicos antihipertensivos. Mann (2023) propone que en el caso de tratarse correctamente la HTA temprana, la PA no va a causar grandes cambios en la Tasa de Filtración Glomerular (TFGe).

De esta manera, el objetivo principal de este trabajo de grado es explorar la naturaleza de la Nefrosclerosis Arteriolar Hipertensiva y su relación con la HTA, teniendo como finalidad generar material científico de apoyo para el gremio veterinario. A partir de la investigación explorativa - descriptiva desde la cual se recopila información actualizada sobre el tema.

En las siguientes páginas se profundizará en la importancia de esta enfermedad en caninos y felinos. A la vez, se sustentan los elementos referenciales que argumentan la discusión complementando esta a partir de la práctica médica en la clínica veterinaria Nefrovet<sup>1</sup> para finalmente mostrar la importancia de la PA.

---

<sup>1</sup> Clínica veterinaria de Bogotá, enfocada en el tratamiento de pacientes nefrópatas, cuyo enfoque es único en Colombia.

## **Objetivos de Investigación**

### **Objetivo General**

1. Explorar la naturaleza de la Nefrosclerosis Arteriolar Hipertensiva y su relación con la HTA, teniendo como finalidad generar material científico de apoyo para el gremio veterinario.

### **Objetivos Específicos**

1. Enunciar cómo es el mecanismo fisiopatológico de Nefrosclerosis Arteriolar Hipertensiva, y su relación con la Hipertensión Arterial.
2. Determinar los síntomas más frecuentes de la insuficiencia renal, asociada a la hipertensión arterial en pacientes caninos y felinos.
3. Mencionar las pruebas clínicas más comunes y su importancia para el diagnóstico clínico.
4. Describir de forma sucinta, tratamientos farmacológicos y no farmacológicos frecuentes para la hipertensión arterial.

## **Resumen**

Esta monografía busca resaltar la importancia de la fisiopatología de la nefrosclerosis arteriolar hipertensiva, junto con los signos clínicos más comunes en los pacientes para tener una mayor facilidad a la hora de llegar a un diagnóstico. Adicionalmente, de la experiencia obtenida en la clínica veterinaria Nefrovet, cuyo enfoque es el manejo de pacientes nefrópatas, se complementa la experiencia con lo encontrado en la revisión literaria. Esto con el fin de mostrar la importancia que tiene la toma de pruebas clínicas comúnmente usadas en medicina veterinaria; a fin de incentivar a los médicos veterinarios a analizar con más detenimiento la Presión Arterial en la consulta general por medio de técnicas no invasivas, de manera que el tratamiento médico se instaure de forma temprana o en efecto mejorar la calidad de vida del paciente.

## **Abstract**

This paper examines the role of the pathophysiology in hypertensive arteriolar nephrosclerosis patients according to the most frequent clinical signs to have an effortless diagnosis. Based on the experience obtained at the Nefrovet veterinary clinic, which focuses on nephropathic patients, this paper looks to provide complementary information derived from the experience and the literary review. It argues for the importance of the clinical tests commonly used in veterinary science to stimulate to monitor blood pressure through non-invasive techniques allowing early treatments or improving the patient's quality of life.

## Marco de Referencia

### La Nefrona y su Papel en la Regulación de la Presión Arterial

La presión arterial está regulada por diversos mecanismos fisiológicos, cuyo fin es mantener un equilibrio que conserve las funciones normales del organismo. Uno de estos incluye al riñón a través de su unidad funcional, la nefrona, la cual regula la PA a través de la liberación de la renina por medio de las células granulares de la arteriola aferente. “El sistema nervioso simpático (SNS) junto con el mecanismo de renina - angiotensina - aldosterona (SRAA) son utilizados por el control extrínseco para mantener, tanto la Tasa de Filtración Glomerular (TFGe), como la Presión Arterial Sistémica (PAS)” (Zyan, 2022, p. 2). La caída de la presión arterial, independientemente de su origen, provoca la activación de una serie de procesos para lograr autorregularse.

Una vez se detecta la caída de la presión arterial, se activan tres mecanismos: “los barorreceptores en la arteriola aferente, la disminución de la concentración de cloruro en la mácula densa y un aumento de catecolaminas que activan receptores beta-adrenérgicos en las células yuxtglomerulares.” (Carracedo y Ramírez, 2020, pp. 17 - 18). Si se estimulan por un tiempo prolongado estos tres mecanismos, se puede inducir a una aceleración del deterioro renal en el paciente.

Carracedo y Ramírez (2020), mencionan la Angiotensina II (Ang II) como mecanismo renal, el cual lleva a que se produzca un incremento de la presión sanguínea debido a la provocación de las células de músculo liso vascular; al mismo tiempo se estimula la reabsorción de Sodio (Na) y la excreción de Hidrógeno (H) en los túbulos renales. En consecuencia, la Ang II favorece la “producción de hormona antidiurética, la secreción de aldosterona, la reabsorción de Na, y la retención de agua” (p. 17), provocando el incremento del volumen y de la PA.

No obstante, el aumento de la PA genera un incremento de la TFGe. Zyan (2022), explica que al haber un incremento de la cantidad de sodio (Na) en el túbulo, este será detectado por las células de la mácula densa en el asa de henle en la rama ascendente del asa de la nefrona, estas células van a liberar “sustancias vasoconstrictoras como adenosina, ATP y/o tromboxano a la arteriola aferente” (Carracedo y Ramírez, 2020, p. 8) para finalmente disminuir la presión capilar glomerular y la filtración glomerular.

### **Presión Arterial**

La PA es la fuerza que ejerce la sangre sobre las paredes vasculares, por medio de dos tiempos, los cuales son la presión arterial sistólica y diastólica, la primera hace referencia a la PAS; producida por la contracción ventricular, la cual se traduce como la onda de presión pulsátil que se mueve desde la válvula aórtica hacia las arterias, “siendo la máxima presión que se alcanza en un ciclo cardíaco.” (Alvarenga, 2021, p. 2). Por otro lado, la Presión Arterial Diastólica (PAD) hace referencia a la presencia de relajación en el corazón; esto quiere decir que la PA está “determinada por un conjunto de factores físicos: el volumen sanguíneo, el gasto cardíaco y la resistencia vascular” (Molina Martínez et al., 2023, p. 3), los cuales generan una susceptibilidad en el sistema cardiaco ante cambios fisiológicos o patológicos.

### ***Medición de la Presión Arterial***

Para obtener un diagnóstico de la HTA oportuno y a su vez, instaurar un tratamiento adecuado, se debe optar por una medición precisa de la PA, este parámetro es comúnmente evaluado en animales conscientes y anestesiados por varias razones. Estas razones incluyen el control de trastornos como enfermedades cardíacas, renales y endocrinopatías, la evaluación del estado fisiológico de un animal y, más comúnmente, como parámetro para

controlar el estado cardiovascular de un animal bajo anestesia. (Skelding & Valverde, 2020, p. 368)

Para lograr un buen monitoreo de la PA, es necesario tomar las medidas de forma adecuada, evitando la toma de la PA por medio de métodos invasivos, debido a que estos pueden presentar complicaciones en la salud del paciente.

Existen diferentes zonas del organismo para la medición de la PA. Zyan (2022), detalla que 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. Por ejemplo, la arteria coccígea, safena, arteria digital palmar, arteria mediana, entre otras. En la medición se utilizan más comúnmente los métodos no invasivos, es decir los oscilométricos y los que utilizan los ultrasonidos (Doppler), con ellos se deben tomar “mediciones repetidas y promediadas que proporcionan una estimación bastante precisa de la presión arterial sistémica.” (Avenidaño Beltran, 2020, p. 34).

Del mismo modo, la toma de la PA independientemente del lugar anatómico escogido para este examen, se deben hacer varias mediciones consecutivas; de 7 a 10 tomas, hasta poder obtener un promedio de la PA media, con el fin de confirmar la presencia de HTA o, a su vez descartarla. Esto se realiza debido a que algunos pacientes a medida en que se va tomando la PA esta disminuye progresivamente. Por el contrario,

En algunos pacientes, la medición de la presión arterial sistólica (PAS) puede resultar en un aumento progresivo de las lecturas. Cuando esto ocurre, los resultados deben interpretarse en el contexto clínico del paciente individual. La posición y actitud del animal, el tamaño y el sitio del manguito, la circunferencia del sitio del manguito (cm)” (Acierno et al., 2018, p.2)

Es también pertinente considerar el ruido que se presenta en el ambiente. Debido a que todos estos factores influyen tanto en el diagnóstico como en el posible tratamiento para el paciente.

A continuación, se presenta una tabla con las mediciones promedio observadas a través de distintos métodos de medición en caninos y felinos:

**Tabla 1.**

*Presiones arteriales normales en la técnica oscilometría y la ecografía doppler en caninos y felinos.*

<b>Especie</b>	<b>Métodos de Medición</b>	<b>PAM</b>	<b>PAD</b>	<b>PAS</b>
Caninos	Oscilometría	101 ± 11	71 ± 13	139 ± 16
	Ecografía Doppler			147 ± 25
Felinos	Oscilometría	96 ± 12	74 ± 11	115 ± 10
	Ecografía Doppler			122 ± 16

Nota: Los datos expresados son tomados de *Guidelines For The Identification, evaluation, and management of systemic hypertension in dogs and cats.* (Acierno et al., 2018, p.3.)

Cabe resaltar que la toma de la PA en perros y gatos no sólo es adecuada en el manejo de las enfermedades renales, sino también para prevenir otras alteraciones sistémicas como problemas oculares, accidentes cerebrovasculares, aneurismas, entre otros.

### **Hipertensión Arterial Sistémica**

La Hipertensión Arterial Sistémica (HAS o HTA) es el aumento prolongado durante un tiempo excesivo de la PAS, está a su vez, se puede clasificar según su origen en tres tipos. El

primero de ellos, llamado hipertensión situacional, esta hace referencia a el aumento de la PA de origen transitorio o ambiental en clínica, de pacientes que suelen ser normotensos. La HTA secundaria o segundo tipo “representa un aumento patológico y persistente de la PA concurrente con una enfermedad o afección que se sabe que causa hipertensión, o hipertensión asociada con la administración de un agente terapéutico o la ingestión de una sustancia tóxica que se sabe que causa un aumento de la PA.” (Acierno et al., 2018, p.4) Y por último, el término HTA idiopática o también llamada “esencial” en la medicina humana, hace referencia a un aumento de la PA persistente sin causa subyacente identificable por medio de exámenes urinarios y hematológicos.

La hipertensión tanto en perros como en gatos se clasifica según el riesgo del daño a órganos diana (TOD), por sus siglas en inglés (Target Organ Damage):

**Tabla 2.**

*Clasificación de riesgo de TOD según la presión sanguínea.*

	<b>Riesgo de TOD</b>	<b>Presión sanguínea arterial</b>
Normotenso	Mínimo	<140 mmHg
Prehipertenso	Bajo	140-159 mmHg
Hipertenso	Moderado	160-179 mmHg
Hipertenso severo	Severo	>180 mmHg

Nota: Los datos expresados, son tomados de *Guidelines For The Identification, evaluation, and management of systemic hypertension in dogs and cats.* (Acierno et al., 2018, p.8.)

Oliveras (2021), enfatiza que el TOD, señala cuales son los valores de la PA a tener en cuenta para la identificación de la disminución progresiva de la función renal provocada por la HTA, y como esta puede llegar a desencadenar una insuficiencia renal en el paciente. Lo que finalmente conlleva a que se agudice el desarrollo de la misma HTA.

Independientemente de la patogenia que esté detrás de la HTA, IRA o ERC, la retroalimentación que existe entre el sistema cardiovascular y renal va a hacer que evolucione una determinada patología en el sistema que no esté presentando alteraciones, y por lo tanto, se agudice la afección ya existente. Esto se debe a que, el riñón tiene la capacidad de generar un aumento o disminución de “la excreción de sodio (Na) frente a modificaciones de la presión de perfusión renal, que incluyen la susceptibilidad a la Ang del túbulo proximal, la secreción de dopamina y NO medular” (Noboa et al., 2012, p. 1). Siendo, un mecanismo por el cual el sistema renal busca adaptarse para regular la cantidad de sangre y sus presiones, con el fin de volver a una homeostasis.

### **Nefrosclerosis Arteriolar Hipertensiva**

La relación estrecha entre el sistema renal y el cardiovascular provoca que la alteración de cualquiera de los dos cause una anomalía en el otro.

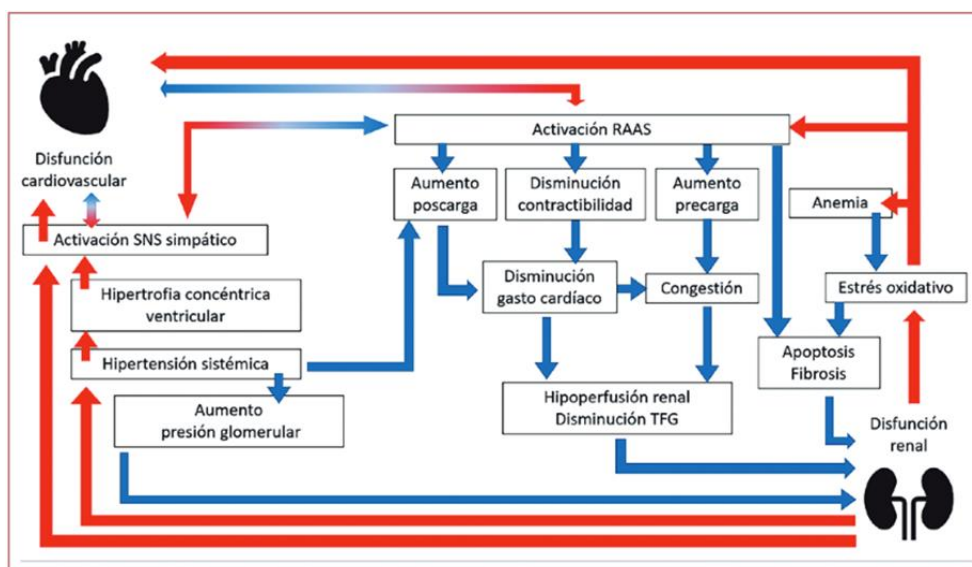
Las enfermedades cardiacas que producen alteraciones renales crónicas de forma más habitual son la enfermedad crónica degenerativa de la válvula mitral, la cardiomiopatía dilatada canina y la cardiomiopatía hipertrófica felina. De forma secundaria se puede observar, alteraciones arritmogénicas, pericarditis e incluso insuficiencia cardiaca congestiva (Utrilla, 2023, p. 30).

Indiscutiblemente, cualquiera que sea el origen de la fisiopatología hipertensiva renal, desencadena cambios en la presión y perfusión renal así como los cambios neurohumorales, que aceleran la degeneración de las nefronas.

El término nefrosclerosis arteriolar hipertensiva hace referencia al daño renal generado por la HTA en un tiempo prolongado. Su fisiopatología se basa en una serie de mecanismos que se desarrollan frente al “daño a los vasos sanguíneos pequeños, los glomerulos y los tejidos tubulointersticiales”. (Zhang, 2023, p. 1) Este deterioro causa la disminución de la TFGe, de modo que se producirá “una regulación positiva del Sistema Renina - Angiotensina - Aldosterona (SRAA) que promueve la retención de agua y sal” (Pugh et al, 2019, pp. 1 - 3) , este sistema se activa con el fin de moderar la HTA, como lo muestra la Figura 1.

### Figura 1.

*Mecanismos fisiopatológicos que relacionan el fallo cardiaco y el fallo renal.*



Nota: Tomado de Utrilla, 2023, p. 26.

Aunque, el sistema renal ajusta una serie de mecanismos a modo de adaptarse a la alteración de la presión sanguínea, esto no será suficiente si se mantiene por tiempo prolongado, lo que se traduce en el desarrollo de cambios hemodinámicos y no hemodinámicos. Los primeros, hacen referencia a la disminución de la TFGe debido a

La pérdida de glomérulos filtrantes, hiperfiltración, esclerosis, atrofia tubular y fibrosis intersticial. En el caso de los cambios no hemodinámicos, se presenta una inapropiada liberación de Óxido Nítrico (NO), elevada actividad del SRAA, endotelinas, SNS, síntesis anormal de Ácidos Grasos Poliinsaturados (PUFAs) y eicosanoides. (García et al, 2013, p. 1)

Estos dos cambios finalmente favorecen y estimulan el deterioro progresivo de la función renal junto con la HTA. García et al (2013), señalan en base a esto, cómo se desencadena la activación de un estado de antinatriuresis y fibrosis progresiva mediada por activación de genes proinflamatorios, lo que induce glomeruloesclerosis y fibrosis intersticial. Estos cambios perpetúan el estadio hipertensivo y generan mayor daño renal.

### ***Cambios hemodinámicos***

En el sistema renal se desarrollan dos mecanismos fisiopatológicos que se presentan en el momento que hay una alteración en la presión sanguínea, que generan anomalías en la macro y microvasculatura renal. Autores como Fervenza, por mencionar señala que “la isquemia glomerular a causa del estrechamiento de las arterias y arteriolas preglomerulares, con la consiguiente reducción del flujo sanguíneo glomerular” (2021, p. 2).

Aguilera Mendez et al. (2019), indican que esto provoca un engrosamiento de la arteriola aferente, lo que lleva a la pérdida de la autorregulación renal y a una presión capilar glomerular exagerada que origina el daño por hiperfiltración glomerular. Estos daños van a dar como resultado una *esclerosis glomerular, fibrosis intersticial y atrofia tubular*. Lo que se traduce en una serie de anomalías en los resultados de pruebas paraclínicas, entre ellas, exámenes de laboratorio. Acierno et al. (2018), menciona que estos cambios se reflejan como un aumento en serie de SCr y SDMA

por la disminución de TFGe, además de la posible presencia de una proteinuria persistente y una microalbuminuria.

### ***Cambios no hemodinámicos o mediados por autacoides***

La hiperfiltración, el aumento de presión intersticial renal y el shear stress, se encuentran dentro de los cambios hemodinámicos, estos a su vez son los encargados de generar “cambios no-hemodinámicos o mediados por autacoides, que están relacionados con el NO, SRAA, Aldosterona, ET-1, Sistema Nervioso Simpático (SNS) y los Lípidos Bioactivos (LBA) derivados del Ácido Araquidónico (AA).” (García et al, 2013, p. 2), los cuales promueven la perdurabilidad de la HTA y de la reabsorción de sodio (Na).

Otro de los mecanismos que regulan este fenómeno se basa en la modificación de la actividad de los transportadores de sodio. Ante el aumento de la PA “se produce la reducción del número de contratransportadores de NA-H de la membrana apical y disminución concomitante de la actividad de la bomba Na-K-ATPasa de la membrana basolateral. Estos cambios conducen a una mayor entrega de Na al asa de Henle” (Aranalde et al., 2015, p. 419). Todas estas adaptaciones son generadas en el riñón con el fin de regular las anormalidades que se están presentando en la fisiología renal.

A pesar de los mecanismos de autorregulación renal, la disminución de la masa renal funcionante gracias a la prevalencia de la HTA hace que gases como el NO disminuyan. Marañón et al. (2013), proponen que se da un desequilibrio debido a su capacidad de controlar la hemodinamia renal a través de la autorregulación, de la natriuresis por presión y de la retroalimentación túbulo glomerular, junto con la regulación del Ca intracelular. A su vez, en el SRAA, promueve el incremento de la acción de la Ang II (promotora de la vasoconstricción). García et al (2013) indican que, este aumento se da gracias a la activación del receptor AT-1, el

aumento de la reabsorción de Na en el Asa de Henle y disfunción endotelial. Otra de las hormonas activadas por el SRAA, es la aldosterona, “esta hormona 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.” (2013, p. 3) lo que genera la aparición de fibrosis, alteración de la arquitectura renal, atrofia tubular y la progresión de la HTA.

Adicionalmente, el aumento de la ET-1, se estimula gracias a la síntesis de la Ang II, el daño vascular, entre otros. Esta “induce una potente vasoconstricción renal y disminuye así el flujo plasmático y el filtrado glomerular.” (García et al, 2013, p. 4) Estos daños pueden aumentar en el momento en el que interviene el SNS, el cual puede llegar a desencadenar “una vasoconstricción general, que hace que se limite el flujo sanguíneo glomerular hasta el punto de dañar los riñones, con independencia de la actividad del control intrínseco renal.” (García et al, 2013, p. 4) Esta reacción, acelera el deterioro de la estructura nefronal.

En síntesis, siguiendo los autores antes mencionados, el mecanismo central de la HTA en presencia de ERC está mediado por una incapacidad renal para mantener el balance de sodio y, secundariamente una vasoconstricción periférica exagerada. La alteración de la estructura renal, el aumento de autacoides anti natriuréticos y el déficit de factores diuréticos favorecen la progresión del estadio hipertensivo.

### **Pruebas Clínicas Más Comunes en Pacientes Felinos y Caninos Hipertensos**

Rădulescu (2022), mencionan que dentro de las pruebas diagnósticas para evaluar el paciente renal hipertenso, se encuentra la medición de la PA, el uroanálisis con la evaluación cuantitativa de la proteinuria o albuminuria, el análisis de SDMA y SCr, radiografías y ecografías abdominales. La subclasificación de la IRIS (Sociedad Internacional de Interés Renal) basada en

la proteinuria, según el cociente proteína/creatinina en orina (UPC) puede ayudar a determinar la necesidad de instaurar un tratamiento antihipertensivo en casos individuales.

Además de estos valores, se debe tener en cuenta la Cistatina C o la Lipocalina Asociada a la Gelatinasa Neutrofila (NGAL), que son específicos de la funcionalidad renal y del daño renal secundario a la alteración cardiaca.

Por su parte, la NGAL se eleva cuando se produce daño en los túbulos renales, aunque la cortical y la función glomerular estén intactas. Este daño se produce en casos de hipoperfusión e hipoxia renal, como ocurre en los pacientes con fallo cardiaco congestivo, por lo que puede tener un valor predictivo en cuanto al daño renal que sufrirá un paciente cardiópata (Utrilla, 2023, p. 30).

Con estas técnicas, se da una mayor facilidad para tener un diagnóstico preciso dirigido a la ERC asociada a la HTA.

## **Métodos y Técnicas de Trabajo**

El objetivo principal de la investigación fue presentar qué es la nefroesclerosis arteriolar hipertensiva, por medio de una búsqueda exploratoria - descriptiva donde el propósito principal fue la identificación de las causas y efectos, en específico de esta enfermedad en pacientes de la clínica diaria.

Mediante el método de revisión de tema, con literatura actualizada escrita por médicos veterinarios y académicos en el tema, los cuales consignan su experiencia por medio de artículos científicos. La recopilación y análisis de la literatura tienen como categoría de clasificación, un rango de publicación entre los años 2018 a 2023, en idioma español e inglés. Debido a que la investigación se basó en la clínica diaria, la especie a investigar fueron los caninos y felinos.

Además, por medio de las técnicas de observación, construcción de diarios de campo y sistematización se realiza una retroalimentación de la información obtenida con la experiencia de la autora. Esta práctica fue realizada en la clínica veterinaria Nefrovet; centro médico veterinario fundado por el doctor Cesar Mayorga y la doctora Mónica Wagner, la cual cuenta con el servicio de consultas especializadas en nefrourología, donde se analiza a través de la toma de la PA, ecourografía avanzada y examen físico general el estado fisiológico del felino o canino, con el fin de indagar qué está afectando al sistema renal. También cuenta con el área de hospitalización, laboratorio clínico, servicio quirúrgico y de hemodiafiltración. Siendo la única clínica colombiana especializada en esta área, su fin es brindar un manejo clínico de alta calidad para los pacientes.

Esta información se utilizó como medio para brindar una orientación concisa acerca de la fisiopatología de la nefroesclerosis arteriolar hipertensiva, con el fin de tener un fácil acceso a la descripción general de esta patología, para finalmente promover la toma de la PA en las consultas médicas a nivel general.

## **Revisión Sistemática y Analítica**

Esta investigación se realizó a través de la búsqueda y análisis de artículos científicos, unidos a la experiencia obtenida en la clínica veterinaria Nefrovet, en donde se complementa con la práctica médica junto con la literatura científica. Encontrando tres puntos que detallan la importancia de la PA junto con el diagnóstico de la HTA, hasta su relación con la tasa de supervivencia de pacientes con patología cardiorenal.

### **Importancia de la Toma de la Presión Arterial**

Retomando lo anteriormente dicho, la PA es la onda de presión pulsátil que se mueve desde la válvula aórtica hacia las arterias. Su estrecha relación con el sistema renal hace que sea de vital importancia su medición y análisis en las consultas médicas, es por esto que es vital la Presión Arterial Media (MAP). DeMers & Wachs (2019) indican que la MAP hace referencia a la PA promedio a lo largo de un ciclo cardíaco, sístole y diástole.

En este caso, la PAS es la que presenta más variables, esto se debe a que la PAS es producida por la contracción ventricular, la cual se traduce a como la onda de presión pulsátil que se mueve desde la válvula aórtica hacia las arterias. A su vez, la PAD es la relajación cardíaca. En resumen, cualquier alteración en la PA trae consigo la susceptibilidad de generar consecuencias graves a largo plazo de la presión vascular renal.

El desorden de la perfusión renal generado por la presencia prolongada de una HTA, hace que se desarrolle la nefroesclerosis arteriolar hipertensiva. Zhang (2023) expone que la fisiopatología se desencadena gracias al daño a los vasos sanguíneos pequeños, los glomérulos y los tejidos tubulointersticiales, lo que da inicio a la activación de mecanismos intrínsecos y

extrínsecos determinantes para la regulación de la PA, a pesar de ello, ante la persistencia de la HTA, los mecanismos fracasan, causando finalmente la disminución de la TFGe.

### **Prevención de la Enfermedad Renal Crónica a Través del Diagnóstico de la HTA**

La toma de la PA en base a la experiencia obtenida en la clínica veterinaria Nefrovet, es determinante a la hora de generar el diagnóstico y pronóstico que brinda la opción de dar una explicación al propietario del origen de la enfermedad del paciente, así como del porqué de las pruebas clínicas solicitadas. Adicionalmente, para distinguir si la HTA es situacional, en especial en pacientes felinos, se toma la PA al inicio de la consulta y al finalizar la misma en 10 repeticiones consecutivas. Acierno et al (2018), indica que este tipo de HTA se da debido a situaciones de estrés. A saber las tomas repetitivas de la PA.

Además, otro de los métodos utilizados en la clínica para analizar el flujo sanguíneo, es la ecografía Doppler color y Doppler pulsado. Duque Carrasco (2021) señala que a través de estas pueden evaluar el flujo sanguíneo en las arterias cercanas al hilio renal, arterias interlobares y arcuadas, es decir que detecta únicamente la circulación en las estructuras vasculares, así como la fase sistólica y diastólica del ciclo cardíaco. Diagnosticando las enfermedades renales que son originadas gracias a un defecto de la perfusión.

Con estas técnicas, el paciente puede tener la posibilidad de ser tratado clínicamente, aunque en la mayoría de los casos los pacientes ingresados tenían una HTA junto con la ERC en un estado sumamente grave junto con un pronóstico reservado.

Durante la hospitalización de los pacientes mayormente críticos, se realizó un monitoreo periódico de constantes fisiológicas, entre ellas la PA, PAS y PAD, tomadas cada dos horas, tal como propone Zyan (2022), son tomadas en la arteria coccígea, safena, arteria digital palmar, arteria mediana, entre otros, con métodos no invasivos (Doppler y oscilométricos), así mismo, de

forma regular se realizan pruebas de química sanguínea. Esto se hizo con el fin de observar el comportamiento fisiológico renal de los pacientes, con el objetivo de adaptar el tratamiento farmacológico y no farmacológico para cada uno.

La realización de este método de trabajo se instaura en base a los resultados de sustancias nitrogenadas en sangre, las cuales suelen ser exorbitantes, alcanzando niveles de creatinina sérica desde 5 mg/dl hasta de 31 mg/dl. Adicionalmente, la oscilación diaria del peso gracias a la pérdida de proteínas debido a la injuria nefronal, hace aún más difícil el mantenimiento de la estabilidad clínica de los pacientes.

La importancia de la indagación de la PA, también se debe gracias a que, aproximadamente el 5% de todas las muertes en caninos, y el 3 % de muertes en felinos se atribuyen a ERC. Adicional, Utrilla (2023), indica que del 30% al 50% de los pacientes con ERC presentan HTA. Moreno Tavares (2021), reportan en un caso clínico de cardiomiopatía hipertrófica felina, la identificación de su relación cardiorrenal, que se confirma por medio de la bioquímica sanguínea del paciente, en la que los desechos nitrogenados como la Creatinina Sérica (SCr), la urea, entre otros se encontraban aumentados debido a un síndrome cardiorrenal desencadenado como respuesta a los procesos fisiopatológicos complejos y multifactoriales.

Por otro lado, Rădulescu (2022), confirma que el riñón es uno de los órganos diana predilecto de la HTA, aunque también, muchos animales con hipertensión tienen una enfermedad renal crónica concomitante y puede ser difícil determinar qué trastorno se produjo en primer lugar. En la hipertensión sistémica, el fallo en el sistema local de control de la presión arterial da lugar a un aumento de la presión capilar intraglomerular, seguido de proteinuria, lo que favorece el desarrollo de glomeruloesclerosis que a su vez, puede intensificar la HTA inicial.

## **Efectos del tratamiento en el riesgo renal por hipertensión**

La terapéutica de los pacientes con insuficiencia renal, está instaurada gracias a los signos y síntomas observados, como la proteinuria, azotemia, entre otros, los cuales se evidencian en:

Categorías de riesgo renal conocidas (International Renal Interest Society CKD etapa 2 o superior) o pacientes con enfermedades sistémicas asociadas con el desarrollo de HTA (p. ej., hipertiroidismo e hiperadrenocorticismo) pueden beneficiarse de evaluaciones de la PA y el bienestar sistémico cada 6 meses para controlar enfermedad sistémica de manera óptima y detectar la hipertensión sistémica. (Acierno et al., 2018, p. 1814)

Una vez confirmada la HTA, a través del tratamiento, el objetivo es suprimir las patogenicias causantes de signos clínicos como, “la pérdida de peso, pelo hirsuto, polidipsia, poliuria, nocturia, debilidad, vómitos, halitosis, disminución del apetito, depresión, letargia, debilidad, tics, temblores, balanceo de la cabeza y convulsiones, letargia, debilidad y en casos avanzados se desarrolla melena” (Restrepo Ospina, 2017, pp. 11 - 12). Lo que genera en el paciente un malestar que impide que desarrolle las actividades de la vida cotidiana normalmente y se disminuya su calidad de vida.

En base a lo anterior, a través del análisis del estudio realizado por González - Castillo y Sanmiguel - Plazas (2018) se reafirma que la supervivencia del paciente puede oscilar dependiendo de la etapa en la que se diagnostique y el tratamiento tanto farmacológico como no farmacológico (nutricional), estos dos factores a tener en cuenta suelen ser determinantes para la supervivencia del paciente canino o felino.

Entre los casos observados, se encontraba un felino criollo de 8 años, cuyos niveles de creatinina no mejoraron (18,4 mg/dl diluida), el 18 de junio del 2022 se procede a llamar a los

propietarios, para darles la información donde es más oportuno será la eutanasia. Así mismo se observaron otros pacientes con PAM desde 105 hasta 130.

Otros médicos veterinarios como el doctor Castro López, el cual en el año 2020 realiza un reporte de un caso clínico donde se instaura un tratamiento de emergencia con “beta-adrenérgicos (estomolol IV), estos disminuyen la FC y el estado inotrópico del miocardio, por lo que reducen el gasto cardiaco y la PAS”. Durante el tratamiento se realizaron mediciones periódicas de la PAS, que ayudaron a adecuar el manejo intrahospitalario a través de medicamentos con dosis aptas para los pacientes, promoviendo la mejoría de su estado físico. Confirmando que durante la IRA o ERC es de vital importancia el análisis constante de la PA para mejorar la calidad de vida del canino o felino.

También es de importancia resaltar que el uso de Inhibidores de la Enzima Convertidora de Angiotensina (ECA), que “está relacionado tanto con las acciones glomerulares de la angiotensina II como con el mecanismo de autorregulación de la tasa de filtración glomerular (TFG)” (Mann, 2020), no son comúnmente utilizados como tratamiento primario de la HTA en gatos; Acierno et al. (2018) sugieren que este no es recomendado gracias a los efectos secundarios, ya que, se ha estudiado que al dilatar la arteriola eferente, puede promover a la disminución de la TFGe, aumentando así los niveles de SCr.

Por mencionar otros tratamientos no farmacológicos pueden ser la reducción de la ingesta de sodio en la dieta del paciente y la regulación de la presión arterial. A su vez,

Los alimentos especialmente formulados para gatos con problemas de falla renal pueden ser benéficos al contener menos proteína y fósforo que otros alimentos para mascotas. La restricción de fósforo puede disminuir la severidad de los síntomas y la progresión del daño

renal, aunque disminuidas, las proteínas de alta calidad pueden ayudar a restaurar niveles ácido-base normales” (Hill’s, s.f.).

Es importante mencionar que, cuando estos tratamientos se combinan, se puede llegar a la mejoría del paciente con mayor rapidez.

A pesar del esfuerzo del equipo médico, en la mayoría de los casos, el paciente con patología de origen cardiorrenal, fallece debido a la ERC descompensada por el diagnóstico tardío, por que en su mayoría, eran remitidos a Nefrovet cuando su estado físico traía consigo una baja probabilidad de supervivencia. Aunque en otros casos, se lograba disminuir los niveles de creatinina inclusive a 1 mg/dl, solían recaer y sus niveles de creatinina aumentaban abruptamente, generando un pronóstico de reservado a malo junto a una tasa de mortalidad alta.

## Conclusiones y Recomendaciones

Esta investigación muestra la importancia de la toma de la PA durante las consultas médicas generales, lo cual fue confirmado a través de la exploración de la nosología de la Nefrosclerosis Arterioles Hipertensiva y su relación con la HTA. En general, su análisis permite diferir la magnitud de la relación patológica cardiorenal, proporcionando información para la prevención de la ERC por el desbalance de la perfusión arterial. Esto podría promover el incremento del grado de sospecha clínica y por lo tanto del diagnóstico, llevando a un mayor enfoque en la importancia del criterio cardiorenal multidisciplinario en el seguimiento y tratamiento de pacientes con ERC.

El desarrollo de la fisiopatología de la Nefrosclerosis Arterioles Hipertensiva se da gracias a las alteraciones generadas por la HTA por un tiempo prolongado, por medio de mecanismos intrínsecos y extrínsecos encargados de intervenir en la regulación de la PA sistémica y renal, generan la aparición de cambios hemodinámicos y no hemodinámicos. Esto conduce a una fibrosis, junto con la incapacidad renal de excretar sodio a través de la orina, es decir, un estado de antinatriuresis; dando paso a una fibrosis intersticial y una glomerulosclerosis.

Estas características anatomopatológicas creadas a partir de la ERC por la HTA, se observan clínicamente al examen físico; suelen ser anuria, disuria, dolor abdominal agudo, estranguria, poliuria, retención de orina, enuresis, micción inadecuada, nocturia, oliguria, piuria, hematuria, polaquiuria, polidipsia y/o el síndrome urémico, además de los signos oftalmológicos hipertensivos como la hemorragia ocular, ceguera, pupilas dilatadas, desprendimiento de retina y nistagmo. Detallada en el marco referencial y análisis.

Por otra parte, dentro de las pruebas clínicas más comunes se encuentran las laboratoriales, imagenología y la toma de la PA donde existen altas probabilidades de encontrar HTA. Dentro de

los hallazgos de laboratorio más frecuentes se puede observar una azotemia, cristaluria y proteinuria. Adicionalmente, con la ecografía Doppler es posible encontrar irregularidades en la perfusión sanguínea renal, junto con una nefromegalia o una posible hipoplasia renal. Estos hallazgos, dan respuesta al porqué de la relevancia en las pruebas clínicas complementarias.

Conforme a ello, los síntomas y resultados de los exámenes, se instauran tratamientos médicos que, con frecuencia suelen ser betabloqueadores y los ECA, además del suministro de dietas bajas en sodio, y especialmente en gatos, una dieta baja en el porcentaje de proteína y fósforo. Sin embargo, aunque se plantea que el control prolongado de la PA generalmente minimizaría el grado de daño renal, lo que habitualmente se vería reflejado en la disminución de SCr, se ha observado que hay pacientes en los que a pesar del tratamiento antihipertensivo guiado al control de la ERC, la concentración de SCr y el grado de proteinuria continúan aumentando.

Finalmente, se evidencia la importancia de la toma de la PA en la clínica diaria, mostrando así que la toma de la presión arterial lleva a detectar enfermedades de manera temprana, permitiendo la instauración de un tratamiento preventivo o amortiguador para la ERC. Recomendando a futuro a los médicos veterinarios hacer cotidiana la medición de la PA en la consulta diaria.

## Referencias

- Acierno, M. J., Brown, W., Coleman, A. E., Jepson, R. E., Papich, M., Stepien, M. & Syme, H. M. (2018). ACVIM consensus statement: Guidelines For The Identification, evaluation, and management of systemic hypertension in dogs and cats. [Declaración de segmentos de ACVIM: Directrices para la evaluación y manejo de la hipertensión sistémica en perros y gatos]. *The Journal of Veterinary Internal Medicine* 21(3), 542-558. DOI:10.1111/jvim.1533.
- Aguilera - Méndez, A., Nieto - Aguilar, R., Serrato - Ochoa, D. y Manuel-Jacobo, G. C. (2020). La hipertensión arterial y el riñón: El dúo fatídico de las enfermedades crónicas no transmisibles. *Investigación y Ciencia*, 28(79), 84-92.
- Alvarenga Artiga, R. F. (2021). Parámetros de Monitorización Bajo Anestesia en Perros y Gatos. *Boletín Informativo Universidad de El Salvador*.
- Aranalde, G., Mujica, G., Negri, M. y Velzi, D. (2015). *Fisiología Renal*. Corpus Editorial.
- Avendaño Beltrán, M. A. (2020). Presión arterial en caninos. (Monografía Universidad Antonio Nariño).
- Carracedo, J. & Ramírez, R. (2020). Fisiología Renal. *Nefrología al día*, 1-20.
- Castro López, J. (2020). Manejo de Urgencias de la Hipertensión Felina: Caso Clínico. En Argos. *Enfermedades Infecciosas*.
- DeMers, D., & Wachs, D. (2019). Physiology, mean arterial pressure. [Fisiología, Medición de la Presión Arterial]. *National Library Of Medicine*.
- Duque Carrasco, F. J. (2021). Diagnóstico por imagen de las enfermedades del aparato urinario: Ecografía. [Universidad de Extremadura]. <http://hdl.handle.net/10662/12795>
- Fervenza, F. (2021). Nephrosclerosis. [Nefrosclerosis]. Journal Medscape.

- García, N. H., Cabral, P. D. y Eynard, A. R. (2013). Fisiopatología de la HTA en la Insuficiencia Renal. En Gomez Lambí, H. y Piskorz, D. (Ed.), *Hipertensión Arterial: epidemiología, fisiología, fisiopatología, diagnóstico y terapéutica* (pp. 252 - 257). Inter- Médica.
- García-Touchard, A., y Sañudo, J. R. (2019). Denervación renal. Importancia del conocimiento de la anatomía del sistema simpático renal en el refinamiento de la técnica. *Rev. esp. cardiol.(Ed. impr.)*, 531-534.
- González - Castillo, L. F. y Sanmiguel - Plazas, R. A. (2018). Acercamiento a la enfermedad renal crónica en caninos y felinos geriátricos. *Ciencia y Agricultura*, 15(2), 71-81.
- Hill's. (s.f) *¿Qué es la Enfermedad Renal en Gatos?* Salud Renal para Gatos. <https://n9.cl/6d7q0>.
- Internacional Renal Interest Society. (2022). *Diagnóstico, Estadificación y Tratamiento de la Enfermedad Renal Crónica en Perros y Gatos*. IRÍS.
- Junho, C. V. C., Frisch, J., Soppert, J., Wollenhaupt, J., & Noels, H. (2023). Cardiomyopathy in chronic kidney disease: clinical features, biomarkers and the contribution of murine models in understanding pathophysiology. [Miocardiopatía en la enfermedad renal crónica: características clínicas, biomarcadores y la contribución de los modelos murinos en la comprensión de la fisiopatología] *Clinical Kidney Journal*.
- Mann, J. F., & Hilgers, K. F. (2017). Clinical features, diagnosis, and treatment of hypertensive nephrosclerosis. [Características clínicas, diagnóstico y tratamiento de la nefrosclerosis hipertensiva]. *UpToDate, Waltham*.
- Mann, JF, Hilgers, KF y Elliott, WJ (2020). *Efectos renales de los inhibidores de la ECA en la hipertensión*. ed. Bakris GL, Elliott WJ. [Efectos renales de los inhibidores de la ECA en la hipertensión].

- Marañón, R., Turoni, C. J., Peral de Bruno, M. y Raij, L. (2013). Óxido Nítrico Vascular y Renal. En Gomez Lambí, H. y Piskorz, D. (Ed.), *Hipertensión Arterial: epidemiología, fisiología, fisiopatología, diagnóstico y terapéutica* (pp. 252 - 257). Inter- Médica.
- Molina Martínez, J. L., Béquer Mendoza, L., Gómez Hernández, T., Hernández Moreno, V. J., Freire Gómez, C., y Martínez, D. P. (2023). La hipertensión arterial en animales de laboratorio. *Medicentro Electrónica*, 27(1).
- Moreno Tavares, K. D. (2021). Caso clínico: Cardiomiopatía hipertrófica felina. (Trabajo de grado, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A).
- Noboa, O., Boggia, J., Luzardo, L. y Márquez, M. (2012). Hipertensión Arterial y Riñón. *Revista Uruguaya de Cardiología*, 27(3), 406-412.
- Oliveras A. Hipertensión arterial renovascular. En Lorenzo V., y López Gómez J. M. (Ed). *Nefrología al día*.
- Pugh, D., Gallacher, P. J., & Dhaun, N. (2019). Management of hypertension in chronic kidney disease. [Manejo de la Hipertensión en la Enfermedad Renal Crónica]. *Drugs*, 79, 365-379.
- Restrepo Ospina, M. (2021). *Insuficiencia renal crónica en paciente canino, reporte de caso*. (Trabajo de grado, Unilasallista Corporación Universitaria).
- Rădulescu, A. M. (2022). *Hipertensión Sistémica Felina*. Medicina Cardiorácica Felina. *Royal Canin*. 32 (2). 35 - 41.
- Skelding, A., & Valverde, A. (2020). Non-invasive blood pressure measurement in animals: Part 1—Techniques for measurement and validation of non-invasive devices. [Medición no invasiva de la presión arterial en animales: Parte 1: Técnicas de medición y validación de dispositivos no invasivos]. *The Canadian Veterinary Journal*, 61(4), 368 - 374.

- Utrilla, Ó. M. (2023). Síndrome cardiorenal en el perro y el gato: clasificación, diagnóstico y bases del tratamiento. *Argos: Informativo Veterinario*, (245), 26-30.
- Zhang, Z. (2023). Hypertensive Arteriolar Nephrosclerosis. [Nefrosclerosis Arteriolar Hipertensiva]. *MSD Manual*.
- Zyan, A. (2022). Renal Physiology. [Fisiología renal]. *Journal of Interventional Nephrology*.