



UNIVERSIDAD
SAN SEBASTIAN

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA NATURALEZA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA
CARRERA MEDICINA VETERINARIA
SEDE CONCEPCIÓN**

BIOMARCADORES DE DAÑO MIOCÁRDICO EN GATO DOMÉSTICO

(*Felis catus*) Y SU UTILIDAD EN LA PREVENCIÓN DE

TROMBOEMBOLISMO. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Memoria para optar al título de Médico Veterinario

Profesor Tutor: DCs AnaLía Henríquez MV
Estudiante: **Bárbara Fernanda Díaz Novoa**

® BÁRBARA FERNANDA DÍAZ NOVOA; ANALÍA HENRÍQUEZ HERRERA

Se autoriza la reproducción parcial o total de esta obra, con fines académicos, por cualquier forma, medio o procedimiento, siempre y cuando se incluya la cita bibliográfica del documento.

Concepción, Chile
2024

CALIFICACIÓN DE LA MEMORIA

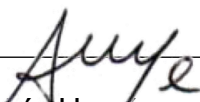
En Concepción, el día 28 de diciembre de 2023, los abajo firmantes dejan constancia que la alumna BÁRBARA FERNANDA DÍAZ NOVOA de la carrera de MEDICINA VETERINARIA ha aprobado la memoria para optar al título de MÉDICO VETERINARIO con una nota de 5.4



MCs Patricio Guzmán Labraña
Presidente Comisión


EL MARCOS PEDREROS DIAZ
MEDICO VETERINARIO
RUT: 5.731.529-6

MCs Marcos Pedreros Días
Profesor Evaluador



DCs AnaLía Henríquez Herrera
Profesor Patrocinante

TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|---------------------------|------|
| ÍNDICE DE TABLAS..... | V |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | VI |
| RESUMEN..... | VII |
| ABSTRACT..... | VIII |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 2. OBJETIVOS..... | 5 |
| 3. MATERIAL Y MÉTODO..... | 6 |
| 4. RESULTADOS..... | 9 |
| 5. DISCUSIÓN..... | 17 |
| 6. CONCLUSIÓN..... | 20 |
| 7. REFERENCIAS..... | 21 |
| 8. ANEXOS..... | 27 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Combinaciones de palabras claves con operadores booleanos..... | 6 |
| Tabla 2. Biomarcadores identificados en términos de mecanismo de acción, métodos de medición y utilidad diagnóstica..... | 12 |
| Tabla 3. Relación entre biomarcadores de daño miocárdico evaluables y patologías cardiovasculares de gato doméstico (<i>Felis catus</i>) | 12 |
| Tabla 4. Revisiones encontradas con sus diferentes tipos de análisis..... | 13 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Biomarcadores proporcionalmente encontrados en la búsqueda..... | 9 |
| Figura 2. Comparación de los resultados efectivos con relación a no efectivos..... | 11 |

RESUMEN

El tromboembolismo arterial cardiogénico felino (CATE) se define como una obstrucción total o parcial de una arteria periférica cuya causa es la formación de un trombo en otro lugar del cuerpo. En gatos, la causa más común de CATE es la cardiomiopatía. Esta afección a veces se presenta de manera súbita y sin signos preliminares, lo que lo convierte en una emergencia crítica en la atención veterinaria felina, de hecho, muchos de estos gatos son eutanasiados cuando son diagnosticados.

En los últimos años se ha arrojado luz sobre la posibilidad de sobrevivencia con un tratamiento adecuado y seguimiento constante. El éxito de este manejo en un caso CATE implica la prevención para un diagnóstico precoz.

Sabiendo que la mayoría de los gatos cardiopatas podrían tener afecciones trombóticas en un futuro, el objetivo principal de esta revisión bibliográfica es determinar los biomarcadores de afección al miocardio en gatos y analizar su posible utilidad para prevenir CATE.

La información que se utilizó para esta revisión bibliográfica se obtuvo de artículos científicos y documentos oficiales que se extrajeron de buscadores académicos online, como Pubmed, Google scholar, Scielo, entre otros. Se consideró también material que haya sido publicado entre los años 2000 y 2023, utilizando palabras de búsqueda como; tromboembolismo, felinos, prevención, cardiopatías.

Resultados: Se analizó la utilidad diagnóstica de diversos biomarcadores de daño miocárdico en el gato doméstico (*Felis catus*), con un enfoque particular en aquellos asociados a tromboembolismo y aceptados por la comunidad científica. Los estudios revisados mostraron una relación significativa entre los niveles de ciertos biomarcadores y la presencia de patologías cardiovasculares. Elevados niveles de NT-proBNP (péptido natriurético tipo pro-B terminal) se asociaron consistentemente con la presencia de miocardiopatías y otras patologías cardíacas en gatos. La troponina cardíaca, indicó daño miocárdico en varios estudios, aunque con resultados menos consistentes en comparación con NT-proBNP.

Conclusión: Los biomarcadores son moléculas biológicas cuya presencia es signo de un proceso normal o anormal de una afección, el NT-proBNP es una herramienta diagnóstica valiosa en el manejo de las miocardiopatías felinas. A pesar de la necesidad de más investigaciones, los biomarcadores tienen el potencial de mejorar significativamente el diagnóstico y tratamiento de los gatos con enfermedades cardíacas como el tromboembolismo, contribuyendo a mejores resultados clínicos y calidad de vida para estos pacientes.

Palabras claves: Tromboembolismo, Felinos, Prevención, Miocardiopatías.

ABSTRACT

Feline cardiogenic arterial thromboembolism (CATE) is defined as a total or partial obstruction of a peripheral artery caused by thrombus formation elsewhere in the body. In cats, the most common cause of CATE is cardiomyopathy. This condition sometimes presents suddenly and without preliminary signs, making it a critical emergency in feline veterinary care; in fact, many of these cats are euthanized when diagnosed.

In recent years, light has been shed on the possibility of survival with proper treatment and constant follow-up. The success of this management in an CATE case involves prevention for early diagnosis.

Knowing that most cardiopathic cats could have thrombolytic conditions in the future, the main objective of this literature review is to determine the biomarkers of myocardial involvement in cats and to analyze their possible usefulness in preventing CATE.

The information used for this literature review was acquired from scientific articles and official documents that were extracted from online academic search engines, such as Pubmed, Google scholar, Scielo, among others. Material published between 2000 and 2023 was also considered, using search words such as; thromboembolism, feline, prevention, heart disease.

Results: The diagnostic utility of various biomarkers of myocardial damage in the domestic cat (*Felis catus*) was analyzed, with a particular focus on those associated with thromboembolism and accepted by the scientific community. The studies reviewed showed a significant relationship between the levels of certain biomarkers and the presence of cardiovascular pathologies. Elevated levels of NT-proBNP (terminal pro-B-type natriuretic peptide) were consistently associated with the presence of cardiomyopathies and other cardiac pathologies in cats. Cardiac troponin indicated myocardial damage in several studies, although with less consistent results compared to NT-proBNP. **Conclusion:** Biomarkers are biological molecules whose presence is a sign of a normal or abnormal process of a condition, NT-proBNP is a valuable diagnostic tool in the management of feline cardiomyopathies. Despite the need for further research, biomarkers have the potential to significantly improve the diagnosis and treatment of cats with cardiac diseases such as thromboembolism, contributing to better clinical outcomes and quality of life for these patients.

Keywords: Thromboembolism, Felines, Prevention, Cardiomyopathies.

1. INTRODUCCIÓN

Las miocardiopatías han sido extensamente investigadas en medicina humana durante más de cuarenta años y se han observado principalmente en gatos, aunque también afectan a diversas especies, incluyendo caninos (Assunação, 2018). Estas constituyen un conjunto diverso de enfermedades que afectan al miocardio, con variabilidad en su manifestación y pronóstico, pero en gatos son una de las diez causas de mortalidad más comunes (Fuentes et al., 2020).

Según Hertzsch y colaboradores (2019), la miocardiopatía hipertrófica (MCH) es la enfermedad más frecuente en los gatos, caracterizada por un engrosamiento del músculo del ventrículo izquierdo del corazón y que, a menudo, los gatos no reciben un diagnóstico hasta que muestran signos de insuficiencia cardiaca congestiva (ICC), experimentan un tromboembolismo arterial cardiogénico (CATE) o sufren una muerte súbita.

La principal característica que se observa en la MCH es la disfunción diastólica y los cambios relacionados con la relajación del músculo cardiaco se producen debido al engrosamiento de las paredes del miocardio, lo que resulta en un aumento de la rigidez ventricular que conlleva a alteraciones en el llenado del ventrículo izquierdo con incremento en las presiones diastólicas (Assunação, 2018).

La enfermedad cardiaca en gatos predispone a la formación de trombos debido a la presencia estasis sanguíneo, lesiones endoteliales y estado de hipercoagulabilidad, de esta manera se cumplen todos los componentes de la tríada de Virchow (Locquet et al., 2018). La patogenia de la trombosis incluye la combinación de tres elementos, el flujo sanguíneo lento, lesiones del endotelio y aumento de la coagulabilidad sanguínea, lo que contribuye a la formación de un trombo dentro del atrio izquierdo que posteriormente forma un embolo en la aorta distal (Figueroa et al., 2014). La hipercoagulabilidad se produce por un desequilibrio sistémico entre los factores de coagulación y sus inhibidores, lo que, en última instancia, conduce a la formación patológica de trombos (Pavelková, 2019). Este proceso entonces es multifactorial, siendo el elemento más

relevante la estasis del flujo sanguíneo debido la dilatación del atrio izquierdo (Locquet et al., 2018).

El tromboembolismo arterial cardiogénico (CATE) es una grave complicación clínica ampliamente reconocida en la miocardiopatía felina, cuando los fragmentos de un trombo que se encuentra dentro de una cavidad cardiaca ingresan en la circulación sistémica pueden bloquear segmentos arteriales periféricos, lo que puede causar daño a los tejidos u órganos (Hogan et al., 2015).

La mayoría de los gatos con tromboembolismo presentan el trombo alojado en la porción terminal de la aorta abdominal (la trifurcación aórtica) y suele extenderse hacia las arterias ilíacas externas, lo que da el aspecto de una silla de montar (Figuroa et al., 2014). Los pacientes afectados suelen experimentar un intenso dolor y vocalización asociada, frecuentemente acompañados de parálisis en las extremidades pélvicas, incluyendo disnea o taquipnea (Locquet et al., 2018).

El diagnóstico de CATE, en muchos gatos, se puede establecer en función de la presentación clínica y el correcto examen físico, aunque se requieren métodos complementarios adicionales para verificar la presencia una enfermedad cardiaca subyacente, insuficiencia cardiaca congestiva, arritmias, entre otras enfermedades a nivel sistémico (Pavelková, 2019). Los marcadores de mayor riesgo de ICC o CATE comprenden la detección de un sonido de galope o arritmias durante el examen físico, además, se observa un agrandamiento moderado a grave del atrio izquierdo, una disminución significativa del acortamiento fraccional de la aurícula izquierda, una extrema hipertrofia del ventrículo izquierdo, disminución sistólica del ventrículo izquierdo y un patrón de llenado diastólico restrictivo (Fuentes et al., 2020).

El examen clínico radiológico y ecocardiológico en gatos con tos, disnea y vómitos es crucial para para excluir cardiomiopatías y lograr un diagnóstico temprano permitiendo el tratamiento correcto; respectivamente, las radiografías revelan agrandamiento de las cámaras cardiacas, edema pulmonar y a veces efusión pleural o pericárdica, la ecografía por otra parte, proporciona una evaluación no invasiva de la estructura y función cardiaca, además de detectar trombos intracardiacos facilitando una caracterización precisa de la afección cardiomiopatía (Figuroa et al., 2014).

En la actualidad, el examen ecocardiológico sigue siendo el método de referencia para diagnosticar MCH pero su realización necesita de equipos especializados y un cardiólogo capacitado con experiencia, lo que puede generar resistencia de parte de los propietarios especialmente cuando sus gatos parecen estar sanos e implica un costo asociado, es por esto que sería de gran utilidad contar con una prueba de detección accesible para identificar aquellos gatos que podrían beneficiarse de una evaluación más exhaustiva (Hertzsch et al., 2019).

Los fármacos antitrombóticos son el protocolo de atención para la evitar esta patología de coágulos en seres humanos y con el tiempo se ha integrado en los tratamientos clínico estándar para gatos, aun así, es importante destacar que hacen falta estudios clínicos prospectivos en gatos que evalúen la terapia antitrombótica en el contexto de la prevención primaria (Hogan et al., 2015). La prevención primaria se centra en evitar la primera aparición de un evento tromboembólico, mientras que la prevención secundaria se enfoca en prevenir o reducir la recurrencia de estos (Shaverdian y Li, 2023).

En ciertos análisis, se ha intentado determinar los factores relacionados con el riesgo de desarrollo de CATE, uno de estos estudios evidenció mediante retrospectión en gatos con MCH, que aquellos habiendo experimentado CATE presentan un agrandamiento del atrio izquierdo, un diámetro telesistólico del ventrículo izquierdo significativamente mayor y un acortamiento fraccional más bajo en comparación con gatos asintomáticos o con insuficiencia cardiaca congestiva, entonces basado en estos hallazgos, algunos médicos sugieren considerar la prevención primaria en gatos con un diámetro telesistólico superior a 1,7 cm, una aurícula izquierda/aortica superior a 2,0 o velocidades de vaciado del atrio menores de 20cm/s (Locquet et al., 2018).

En los últimos años se ha llevado a cabo una amplia investigación sobre biomarcadores como el péptido natriurético tipo pro-B terminal (NT-proBNP) en donde se ha propuesto un límite para distinguir entre gatos normales y aquellos que muestran signos leves de MCH y la troponina cardiaca I (cTnI) en la evaluación de enfermedades cardiacas en los gatos, se ha comprobado que gatos con MCH tienen niveles séricos de cTnI significativamente superiores en comparación con gatos sanos de control, y se estableció también una correlación entre el grosor de la pared libre del ventrículo izquierdo y los niveles séricos de cTnI (Hertzsch et al., 2019). El péptido natriurético pro-tipo B N-terminal

(NTproBNP) se considera un biomarcador de estiramiento del musculo cardiaco y sus niveles en sangre tienden a aumentar en respuesta al aumento de las presiones de llenado cardiaco que son comunes en la mayor parte de las enfermedades del corazón (O'Shaughnessy et al., 2022).

Dado el elevado riesgo de trombosis intracardiaca en gatos con miocardiopatía hipertrófica (MDH), es de vital importancia optimizar el tratamiento médico para prevenirla, y en casos de alto riesgo, la subsiguiente aparición. Es por esto, que las actuales pautas de consenso del Colegio Americano de Medicina Interna Veterinaria recomiendan el inicio del tratamiento antiplaquetario con clopidogrel en aquellas situaciones en los que se identifiquen factores de riesgo mediante métodos ecocardiográficos (Lo et al., 2022).

Los gatos llegan normalmente a consulta cuando el daño ya está marcado por una insuficiencia, con los signos evidentes de tromboembolismo arterial o su fallecimiento repentino, dado lo anterior, es indudable que se requiere contar con un indicador temprano a modo de prevención, por lo cual surge la pregunta de investigación; ¿Se pueden utilizar indicadores de daño miocárdico como marcadores de prevención de futuro tromboembolismo en felinos?

2. OBJETIVOS

2.1.- Objetivo general

Analizar la utilidad diagnóstica de biomarcadores de daño miocárdico en gato doméstico (*Felis catus*) asociados a tromboembolismo, que han sido publicados y aceptados por la comunidad científica.

2.2.- Objetivos específicos

- 1) Identificar biomarcadores de daño miocárdico evaluables en gato doméstico (*Felis catus*)
- 2) Describir biomarcadores de daño miocárdico evaluables en gato doméstico (*Felis catus*)
- 3) Evaluar la relación entre biomarcadores de daño miocárdico y patologías cardiovasculares de gato doméstico (*Felis catus*)

3. MATERIAL Y MÉTODO

Tipo de revisión bibliográfica

La revisión bibliográfica será de tipo sistemática de artículos publicados y aceptados por la comunidad científica, dedicados a biomarcadores de daño miocárdico en gato doméstico (*Felis catus*) y fenómenos cardiovasculares.

Fuentes de información

La obtención del material para esta revisión bibliográfica corresponde a artículos de carácter científico publicados, utilizando los metabuscadores de las bases de datos *Pubmed* (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>), *ProQuest* (<https://www.proquest.com/>) y en el motor de búsqueda, *Google Scholar* (<https://scholar.google.com/>).

Criterio de elegibilidad de referencias

Las palabras a continuación son utilizadas para la búsqueda de bibliografía, combinando operadores booleanos.

- Tromboembolismo / Thromboembolism
- Prevención / Prevention
- Cardiopatía / Heart disease
- Miocardiopatía hipertrófica / Hypertrophic cardiomyopathy
- Felino / Feline – Gato / Cat
- Biomarcadores biológicos / Biological biomarkers

Tabla 1. Palabras clave con operadores booleanos “And” y “Or”

| And | Or |
|---|--|
| Tromboembolismo y gatos | Cardiopatía o hipertrofia concéntrica o daño miocárdico |
| Prevención y tromboembolismo y felinos | Biomarcadores biológicos o péptidos natriuréticos en cardiopatía |
| Biomarcadores biológicos y miocardiopatía hipertrófica | Tromboembolismo o cardiopatía felina |
| Péptido natriurético y troponina cardiaca | Péptido natriurético o troponina cardiaca |
| Tromboembolismo y cardiopatía y miocardiopatía hipertrófica y felinos | Miocardiopatía hipertrófica o tromboembolismo en felinos |

Criterios de inclusión

Se incluyen publicaciones en inglés y español que se encuentren en los metabuscadores mencionados, enfocadas en biomarcadores de daño miocárdico en gato doméstico (*Felis catus*) y fenómenos cardiovasculares.

Criterios de exclusión

Se excluyen todas las publicaciones que no cumplan con los criterios de inclusión y aquellos que incluyan biomarcadores exclusivamente de uso humano, artículos que no se refieran a gato doméstico (*Felis catus*); artículos que no contengan ninguna de las combinaciones de los términos de búsqueda mencionadas en la tabla 1; aquellos artículos de idioma distinto al español o inglés y artículos que no estén dentro de la ventana temporal.

Ventana temporal

Se incluyen publicaciones del año 2000 hasta el año 2023, incluyendo ambos años mencionados.

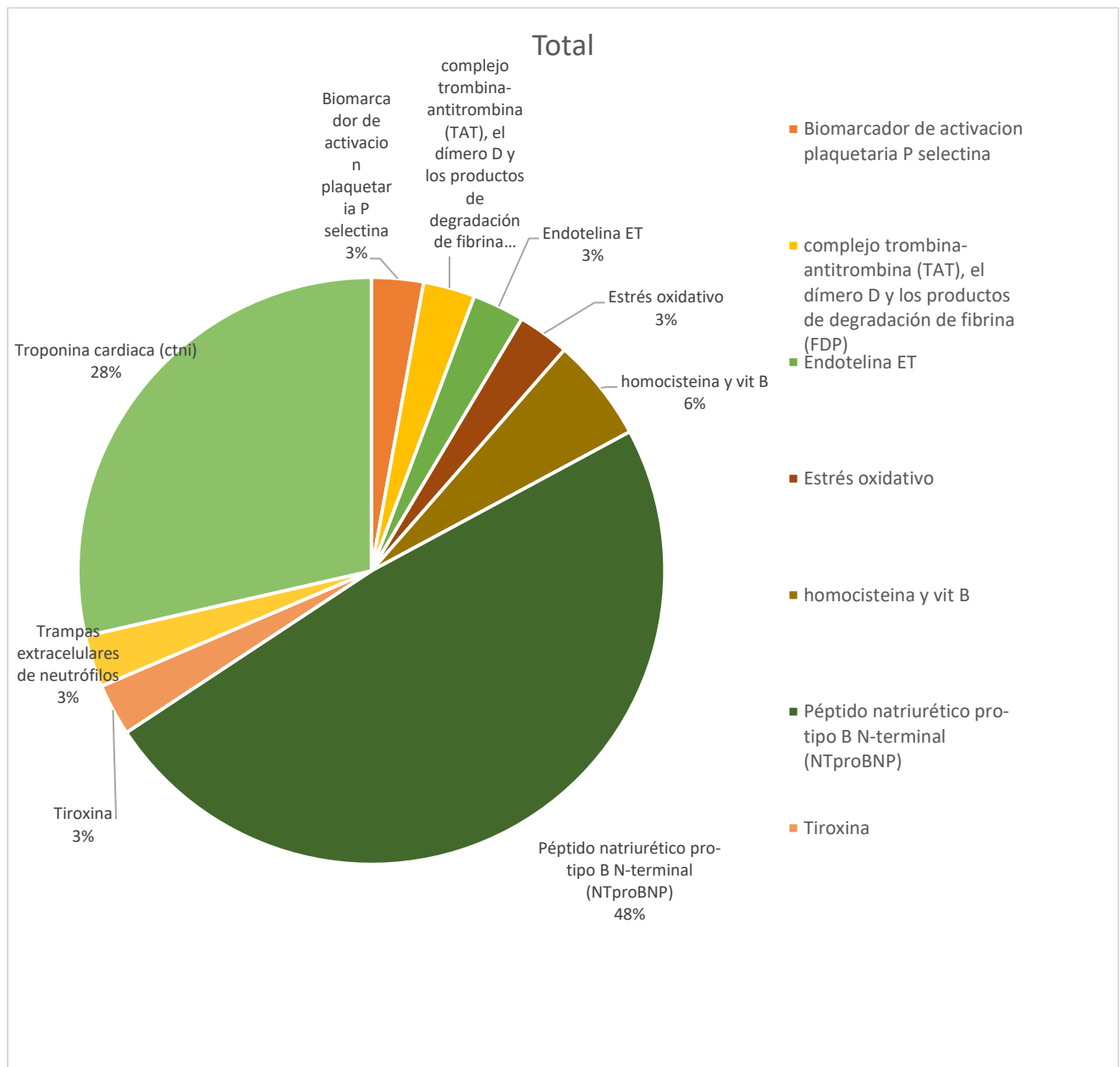
Análisis de los artículos

Los resultados son presentados por medio de tablas y gráficos, utilizando Microsoft Excel®. El análisis es cualitativo y cuantitativo (mixto), agrupando la información extraída desde las publicaciones y asociándola al objetivo específico que responde. Los artículos encontrados y seleccionados para esta revisión bibliográfica fueron encasillados de acuerdo con el nivel jerárquico planteado por Murad et al., (2016).

4. RESULTADOS

Se realiza una búsqueda con las palabras claves descritas en la metodología, las que más datos entregan son: biomarcadores y miocardiopatía y felinos, tromboembolismo y miocardiopatía hipertrófica y gatos. Con estas palabras y sus criterios exclusión e inclusión se obtienen un total de 31 artículos. Se modifica 2 palabras clave las cuales son necesarias para obtener información (Figura 1).

Figura 1. Biomarcadores proporcionalmente encontrados en la búsqueda.

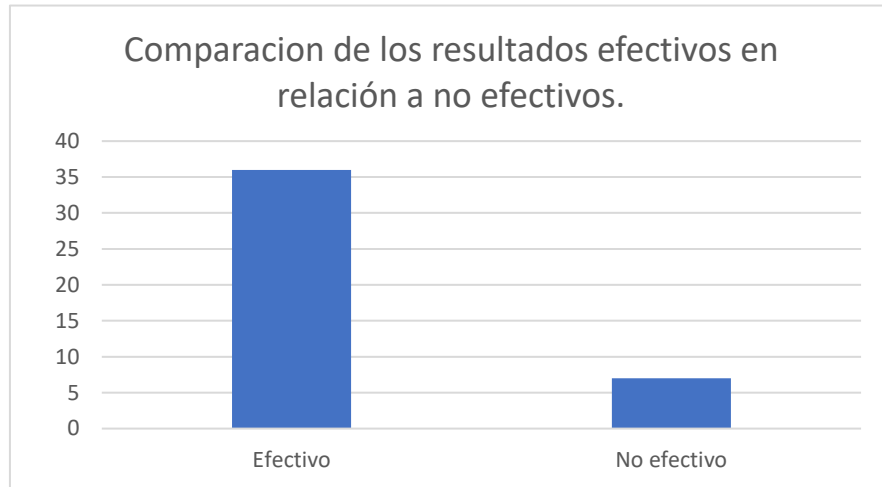


Los biomarcadores evaluados en plasma más utilizados son el Péptido natriurético pro-tipo B N-terminal (NTproBNP) con un total de 17 resultados, de los cuales 9 de ellos son estudios tipo cohorte prospectivo y de esos 2 con casos y controles, también se encuentran 2 estudios tipo cohorte retrospectivo y 4 estudios de revisión bibliográfica. El segundo biomarcador en plasma más utilizado es la troponina cardiaca (ctni) con un total de 10 resultados, de los cuales 6 son estudios tipo cohorte prospectivo, y 4 estudios tipo revisión bibliográfica. Dentro de los resultados de marcadores medibles en plasma, se encuentra el uso en 2 resultados de Homocisteína y vitamina b de los cuales 1 es estudio tipo revisión y 1 es estudio experimental, 1 resultado de Endotelina con tipo de estudio revisión, 1 resultado de Tiroxina con tipo de estudio revisión, 1 resultado de Trampas extracelulares de neutrófilos con tipo de estudio experimental y 1 resultado de Biomarcador de activación plaquetaria P selectina con tipo de estudio experimental (Anexo 1).

Los años incluidos en la búsqueda son desde el año 2000 hasta el año 2023. El año con más resultados es 2021, seguido del año 2015. Entre 2012 y 2021 se estudia más sobre estas patologías y sus marcadores (Anexo 2).

Se clasifica los resultados en biomarcadores efectivos, es decir, aquellos que muestran diferencias entre pacientes sanos y con cardiomiopatías, donde estos últimos tienen una alteración del biomarcador, en comparación con los no efectivos; los que no presentan cambios significativos entre ambos grupos, por lo que no tendrían utilidad diagnóstica (Figura 2).

Figura 2. Comparación de los resultados efectivos con relación a no efectivos.



En respuesta a los objetivos específicos, evidencia que existen diferentes tipos de biomarcadores. Los biomarcadores sanguíneos como la troponina cardiaca y el péptido natriurético pro-tipo BN-terminal son útiles para identificar daño miocárdico, el cual se asocia con riesgo a presentar un tromboembolismo en gatos. Esto se demuestra mediante el análisis de publicaciones y estudios de cohorte y experimentales, donde se comparan gatos sanos y gatos con cardiopatías con resultados de muestras sanguíneas y estudios de imagen.

Se describe la utilidad diagnóstica de cada biomarcador encontrado, destacando el péptido natriurético y troponina cardiaca. Mediante análisis de sangre que detectan estrés cardiaco y daño miocárdico, respectivamente. (Tabla 4)

Tabla 2. Biomarcadores identificados en términos de mecanismo de acción, métodos de medición y utilidad diagnóstica.

| MARCADOR | MECANISMO | MEDICION | UTILIDAD |
|----------------------|---|--------------------|--|
| Péptido Natriurético | Liberado en respuesta a la distensión ventricular. | Análisis de sangre | Detección de estrés cardíaco y diferenciación entre causas cardíacas y no cardíacas de enfermedad. |
| Troponina cardíaca | Liberada en la sangre tras daño en el músculo cardíaco. | Análisis de sangre | Indicador de daño miocárdico, aunque con variabilidad en su efectividad diagnóstica. |

La relación entre los biomarcadores y las patologías cardiovasculares destaca su importancia en el diagnóstico clínico. El NT-proBNP, sobresale como un biomarcador confiable para identificar gatos con enfermedades cardíacas, facilitando decisiones en la clínica. La variabilidad observada en los resultados de la troponina cardíaca (cTnI) sugiere que, aunque si es útil, no debe ser el único criterio diagnóstico, sino que debe ser considerado junto con otros marcadores y evaluaciones clínicas (Tabla 5).

Tabla 3. Relación entre biomarcadores de daño miocárdico evaluables y patologías cardiovasculares de gato doméstico (*Felis catus*).

| MARCADOR | RELACION CON PATOLOGIAS CARDIOVASCULARES |
|---------------------------|--|
| NT-proBNP | Elevados niveles de NT-proBNP se asociaron consistentemente con la presencia de miocardiopatías y otras patologías cardíacas en gatos. |
| Troponina cardíaca | Indica daño miocárdico en varios estudios, aunque con resultados menos consistentes en comparación con NT-proBNP |

Se describe el tipo de análisis realizado en cada estudio, su efectividad y el biomarcador que evalúa. Los estudios de revisión, se realizan mediante búsqueda de información y recopilación de datos científicos. Los estudios de cohorte retrospectivo, buscan pacientes sanos y con cardiopatías en una base de datos para comparar exámenes sanguíneos.

Los estudios de cohorte prospectivo analizan la evolución de un grupo seleccionado de pacientes, generalmente gatos sanos y con cardiopatías para comparar exámenes sanguíneos. Los estudios experimentales toman muestras sanguíneas y analizan sus resultados. (Tabla 6)

Tabla 4. Revisiones encontradas con sus diferentes tipos de análisis.

| AÑO | TITULO | MARCADORES | TIPO DE ESTUDIO | Efectividad |
|------------|--|---|-------------------------------|--------------------|
| 2021 | Las miocardiopatías felinas; miocardiopatía hipertrofica | Péptido natriurético pro-tipo B N-terminal (NTproBNP) | Revisión | Efectivo |
| 2021 | Las miocardiopatías felinas; miocardiopatía hipertrofica | Troponina cardiaca (ctni) | Revisión | Efectivo |
| 2012 | TROMBOEMBOLISMO ARTERIAL Riesgos, realidades y un enfoque racional de primera línea | Tiroxina | Revisión | No efectivo |
| 2017 | Miocardiopatía hipertrófica asintomática : diagnóstico y tratamiento | Péptido natriurético pro-tipo B N-terminal (NTproBNP) | Revisión | Efectivo |
| 2017 | Miocardiopatía hipertrófica asintomática : diagnóstico y tratamiento | Troponina cardiaca (ctni) | Revisión | No efectivo |
| 2023 | Trampas extracelulares de neutrófilos circulantes en gatos con miocardiopatía hipertrófica y tromboembolismo arterial cardiogénico | Trampas extracelulares de neutrófilos | Experimental | Efectivo |
| 2022 | Hallazgos clínicos asociados con la medición del péptido natriurético pro-tipo B N-terminal en perros y gatos que asisten a consultas veterinarias de primera opinión. | Péptido natriurético pro-tipo B N-terminal (NTproBNP) | Estudio cohorte retrospectivo | Efectivo |
| 2014 | Activación plaquetaria en gatos con miocardiopatía hipertrófica | Biomarcador de activación plaquetaria P selectina | Experimental | Efectivo |
| 2007 | Evaluación de marcadores de coagulación en plasma de gatos sanos y con miocardiopatía hipertrófica asintomática | complejo trombina-antitrombina (TAT), el dímero D y los productos de degradación de fibrina (FDP) | Cohorte prospectivo | No efectivo |
| 2020 | Defensa antioxidante y marcadores de estrés oxidativo en gatos con miocardiopatía hipertrófica asintomática y sintomática: un estudio piloto | Estrés oxidativo | Cohorte prospectivo | No efectivo |

| | | | | |
|------|--|---|-------------------------------------|-------------|
| 2021 | Indicadores de riesgo en gatos con miocardiopatía hipertrófica preclínica: un estudio de cohorte prospectivo | Troponina cardiaca (ctni) | Cohorte prospectivo | No efectivo |
| 2021 | Indicadores de riesgo en gatos con miocardiopatía hipertrófica preclínica: un estudio de cohorte prospectivo | Péptido natriurético pro-tipo B N-terminal (NTproBNP) | Cohorte prospectivo | Efectivo |
| 2012 | Biomarcadores de la falla cardiaca en pequeños animales | Endotelina ET | Revisión | Efectivo |
| 2012 | Biomarcadores de la falla cardiaca en pequeños animales | Péptido natriurético pro-tipo B N-terminal (NTproBNP) | Revisión | Efectivo |
| 2012 | Biomarcadores de la falla cardiaca en pequeños animales | homocisteína y vit B | Revisión | No efectivo |
| 2012 | Biomarcadores de la falla cardiaca en pequeños animales | Troponina cardiaca (ctni) | Revisión | Efectivo |
| 2000 | Concentraciones plasmáticas de homocisteína, vitaminas B y aminoácidos en gatos con miocardiopatía y tromboembolismo arterial | homocisteína y vit B | Experimental | Efectivo |
| 2015 | Biomarcadores cardíacos en gatos | Troponina cardiaca (ctni) | Revisión | Efectivo |
| 2015 | Biomarcadores cardíacos en gatos | Péptido natriurético pro-tipo B N-terminal (NTproBNP) | Revisión | Efectivo |
| 2014 | Concentración plasmática de troponina cardíaca I y muerte cardíaca en gatos con miocardiopatía hipertrófica | Troponina cardiaca (ctni) | Cohorte prospectivo | Efectivo |
| 2002 | Troponina I cardíaca en la miocardiopatía hipertrófica felina | Troponina cardiaca (ctni) | Cohorte prospectivo | Efectivo |
| 2018 | Utilidad diagnóstica de la troponina I cardíaca en gatos con miocardiopatía hipertrófica | Troponina cardiaca (ctni) | Cohorte prospectivo | Efectivo |
| 2003 | Troponina I cardíaca en gatos con miocardiopatía hipertrófica | Troponina cardiaca (ctni) | Cohorte prospectivo | Efectivo |
| 2011 | Evaluación multicéntrica del péptido natriurético procerebral N-terminal plasmático (NT-pro BNP) como prueba de detección bioquímica para la miocardiopatía asintomática (oculta) en gatos | Péptido natriurético pro-tipo B N-terminal (NTproBNP) | Cohorte prospectivo, caso y control | Efectivo |
| 2019 | Evaluación de un ensayo sensible de troponina I cardíaca como prueba de detección para el diagnóstico de miocardiopatía hipertrófica en gatos | Troponina cardiaca (ctni) | Cohorte prospectivo | Efectivo |

| | | | | |
|------|---|---|-------------------------------------|-------------|
| 2018 | Precisión diagnóstica de las concentraciones plasmáticas del péptido natriurético auricular en gatos con y sin miocardiopatías | Péptido natriurético pro-tipo B N-terminal (NTproBNP) | Cohorte prospectivo | Efectivo |
| 2009 | Medición del péptido natriurético proauricular N-terminal en plasma de gatos con y sin miocardiopatía | Péptido natriurético pro-tipo B N-terminal (NTproBNP) | Cohorte prospectivo | Efectivo |
| 2011 | Utilidad de la medición del péptido natriurético procerebral N-terminal plasmático para detectar la miocardiopatía hipertrófica y diferenciar grados de gravedad en gatos | Péptido natriurético pro-tipo B N-terminal (NTproBNP) | Cohorte prospectivo | Efectivo |
| 2010 | Evaluación de la asociación entre la concentración plasmática del péptido natriurético proauricular N-terminal y el resultado en gatos con miocardiopatía | Péptido natriurético pro-tipo B N-terminal (NTproBNP) | Cohorte prospectivo, caso y control | Efectivo |
| 2017 | Investigación de una prohormona N-terminal del péptido natriurético cerebral ELISA en el lugar de atención en gatos clínicamente normales y gatos con enfermedad cardíaca | Péptido natriurético pro-tipo B N-terminal (NTproBNP) | Cohorte prospectivo | Efectivo |
| 2020 | Precisión de los métodos para diagnosticar enfermedades cardíacas en gatos. | Péptido natriurético pro-tipo B N-terminal (NTproBNP) | Estudio cohorte retrospectivo | No efectivo |
| 2017 | Asociación entre el tiempo de supervivencia y los cambios en NT-proBNP en gatos tratados por insuficiencia cardíaca congestiva | Péptido natriurético pro-tipo B N-terminal (NTproBNP) | Cohorte prospectivo | Efectivo |
| 2009 | Investigación sobre el uso de la concentración plasmática de NT-proBNP para detectar miocardiopatía hipertrófica felina | Péptido natriurético pro-tipo B N-terminal (NTproBNP) | Cohorte prospectivo | Efectivo |
| 2014 | Investigación multicéntrica de un ensayo ELISA NT-proBNP en el lugar de atención para detectar enfermedades cardíacas felinas ocultas (preclínicas) de moderadas a graves en gatos remitidos para evaluación cardíaca | Péptido natriurético pro-tipo B N-terminal (NTproBNP) | Cohorte prospectivo | Efectivo |
| 2010 | La medición de NT-proBNP no logra identificar de manera confiable la miocardiopatía hipertrófica subclínica en gatos Maine Coon | Péptido natriurético pro-tipo B N-terminal (NTproBNP) | Cohorte prospectivo | Efectivo |

5. DISCUSIÓN

La identificación de biomarcadores efectivos para el diagnóstico y manejo de las miocardiopatías felinas es de vital importancia en la medicina veterinaria. A través de una revisión de la literatura, se analizan diversos estudios que investigan la eficacia y utilidad diagnóstica de diferentes biomarcadores de daño miocárdico evaluables en clínica y en plasma en gatos domésticos. Los hallazgos sugieren el NT-proBNP es el biomarcador más comúnmente reportado como efectivo, con 17 menciones.

Los principales biomarcadores encontrados son:

El NT-proBNP (Péptido natriurético pro-tipo B N-terminal; es un péptido liberado en respuesta a la distensión ventricular y utilizado como marcador de estrés y daño miocárdico. Se produce rápidamente por los cardiomiocitos después de estímulos como estiramiento del miocardio, isquemia, hipoxia y regulación positiva neurohormonal, las concentraciones aumentan con el aumento de las presiones de llenado cardíaco, que ocurren en la mayoría de las enfermedades cardíacas (Fuentes y Wilkie, 2017).

Una concentración de péptido natriurético tipo B N-terminal (NTproBNP) superior a 250 pmol/ l se asocia con un mayor riesgo de muerte cardíaca (Ironsides et al., 2021).

Según Kittleson y Côté, 2021, el NT-proBNP es razonablemente preciso para detectar MCH grave e insuficiencia cardíaca. Sin embargo, no es lo suficientemente precisa como para ser una prueba definitiva y, por lo tanto, debe usarse junto con otras pruebas de diagnóstico.

Estudios han encontrado que el valor de corte ideal para diferenciar entre gatos normales y gatos con MCH está entre 50 y 100 pmol/L. La capacidad para identificar de una enfermedad leve de gatos sanos no es tan buena como lo es para identificar gatos con MCH de alto riesgo. Concentraciones plasmáticas superiores a 250 pmol/L se asocian a mayor riesgo de enfermedad cardíaca. Por lo tanto, se espera un resultado negativo en concentraciones plasmáticas menos de 150 pmol/L, entre 150 y 200 pmol/L uno equívoco

y uno positivo con concentraciones superiores a 200pmol/L. Un positivo siempre seguido de una ecocardiografía (Fuentes y Wilkie, 2017).

La mayoría de los estudios revisados señalan que el NT-proBNP es un biomarcador a nivel sanguíneo efectivo para detectar miocardiopatías felinas (Kittleson y Côté, 2021). Contrariamente a lo reportado por Fuentes (2012), donde mencionó que existe un grupo significativo de estudios que cuestionan su precisión, y no sirve para diagnosticar una cardiopatía leve de una severa. En otro estudio con gatos con MCH grave, el NT-proBNP estuvo significativamente elevado (>44pmol/L), prediciendo con precisión la enfermedad, mientras que no aumentó en casos moderados o equívocos (Hsu et al., 2009).

La troponina cardiaca (cTnl): Una proteína liberada en la sangre cuando hay daño en el músculo cardíaco. Es un complejo de proteínas modulada por calcio que regulan puentes cruzados (actina-miosina) responsables de la contracción del miocardio. Se libera a circulación en respuesta a un daño cardíaco y aumentan según extensión de la lesión miocárdica, si los niveles se elevan puede predecir lesión de los miocitos como consecuencia de una isquemia severa, o de tensiones sobre el miocardio, como inflamación, estrés oxidativo y la activación neurohormonal (Álvarez et al., 2012).

Un estudio examinó la capacidad de cTnl para distinguir gatos normales de gatos con MCH. Para todos los gatos con MCH, incluidos los con insuficiencia cardíaca y aquellos con CATE, la prueba tuvo una sensibilidad del 92% y una especificidad del 95% (límite de 0,06 ng/ml) (Kittleson y Côté, 2021).

Según Hertzsch et al., 2019, gatos con MCH tienen concentraciones séricas de cTnl significativamente superiores que los gatos sanos, y que hay una correlación entre el espesor de la pared libre del ventrículo izquierdo y la concentración sérica de cTnl. Algunos investigadores afirman que la cTnl solo se puede utilizar para diferenciar gatos con MCH de moderada a severa de gatos sanos, siendo menos útil como prueba diagnóstica.

En un estudio donde se compararon concentraciones de gatos sanos con gatos enfermos, la concentración media de cTnl fue de 0,027 ng/ml en gatos sanos. Las concentraciones fueron significativamente mayores en los gatos enfermos que en los

sanos, y superiores en los gatos con insuficiencia cardíaca que en los gatos asintomáticos. Una concentración plasmática de cTnI de 0,163 ng/ml tuvo una sensibilidad del 62,0 % y una especificidad del 100 % cuando se usó para distinguir gatos normales de gatos asintomáticos con MCH sin dilatación de la aurícula izquierda (Hori et al., 2018).

En dos estudios la cTnI no demostró ser un indicador útil del riesgo de enfermedad cardíaca, como el daño isquémico puede ser intermitente, no cumple con ser un marcador sensible de MCH de alto riesgo (Ironsides et al., 2021).

Por lo que, la efectividad de la troponina cardíaca (cTnI) no está clara y hay desacuerdos en la literatura respecto a su eficacia ya que algunos la consideran menos precisa, encontrándose con estudios con resultados variados.

Estos marcadores pueden ser usados para evaluar riesgo de tromboembolismo arterial en felinos, pero no son diagnósticos de éste, lo que abre puertas para seguir estudiando sobre esta enfermedad y poder diagnosticarla para lograr la prevención primaria, lo cual es de gran importancia en felinos que sufren estos eventos.

La identificación precisa de biomarcadores como el NT-proBNP es muy importante para el manejo adecuado de los gatos con miocardiopatías. Esto podría mejorar significativamente los resultados clínicos y reducir riesgos.

Este análisis revela que, aunque existe un consenso general sobre ciertos biomarcadores, se debe continuar investigando para establecer métodos diagnósticos más precisos y mejor realizados. La repercusión de estos hallazgos es significativa, ya que un diagnóstico preciso va a mejorar los resultados clínicos en gatos con miocardiopatías y, por ende, reducir los riesgos asociados o tratamientos inadecuados.

6. CONCLUSIÓN

El estudio analiza la utilidad diagnóstica de biomarcadores de daño miocárdico en el gato doméstico (*Felis catus*) asociados a tromboembolismo, basándose en estudios científicos. Se identifican, describen y evalúan biomarcadores y su relación con patologías cardiovasculares en gatos, destacando el NT-proBNP y la troponina cardiaca (cTnI).

El NT-proBNP, un péptido natriurético, es un indicador sensible y específico de estrés y daño cardíaco en gatos con miocardiopatías, mostrando una relación importante con patologías cardiovasculares y tromboembolismo en gatos.

La troponina cardiaca (cTnI), aunque útil, muestra variabilidad en su efectividad diagnóstica, lo que sugiere la necesidad de más investigaciones para confirmar su precisión.

El estudio destaca la importancia de utilizar biomarcadores específicos como el NT-proBNP en la práctica clínica veterinaria para mejorar la precisión diagnóstica, permitir evaluaciones tempranas y efectivas, y mejorar el seguimiento de gatos con enfermedades cardíacas.

Es fundamental estandarizar los métodos de medición y diagnóstico de estos biomarcadores en estudios futuros, ya que la comparación estadística es muy difícil de realizar, por la falta investigación y falta de estudios experimentales de control, lo que hace complejo elegir el más adecuado o el mejor para cada caso.

En conclusión el NT-proBNP es herramienta diagnóstica valiosa para evaluar el daño miocárdico en gatos domésticos. La troponina cardiaca (cTnI) también muestra potencial, aunque se necesita más investigación. La correcta aplicación de estos biomarcadores puede mejorar significativamente los resultados clínicos y la calidad de vida de los gatos afectados por enfermedades cardíacas.

7. REFERENCIAS

- Álvarez, I., Uribe, A., y Duarte, S. (2012). Biomarcadores de la falla cardíaca en pequeños animales. *Revista de Medicina Veterinaria*, 24, 59. <https://doi.org/10.19052/mv.1340>
- Assunção, P. C. F. (2018). Miocardiopatía hipertrófica relacionada con tromboembolismo arterial en felinos. http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/Fy1d9Zems4D79lx_2018-9-4-9-28-5.pdf
- Bédard, C., Lanevski-Pietersma, A., & Dunn, M. (2007). Evaluation of coagulation markers in the plasma of healthy cats and cats with asymptomatic hypertrophic cardiomyopathy. *Veterinary Clinical Pathology*, 36(2), 167-172. <https://doi.org/10.1111/j.1939-165X.2007.tb00203.x>
- Borgeat, K., Connolly, D. J., & Luis Fuentes, V. (2015). Cardiac biomarkers in cats. *Journal of Veterinary Cardiology*, 17, S74-S86. <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2015.08.001>
- Borgeat, K., Sherwood, K., Payne, J. R., Luis Fuentes, V., & Connolly, D. J. (2014). Plasma Cardiac Troponin I Concentration and Cardiac Death in Cats with Hypertrophic Cardiomyopathy. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 28(6), 1731-1737. <https://doi.org/10.1111/jvim.12459>
- Connolly, D., Cannata, J., Boswood, A., Archer, J., Groves, E. A., & Neiger, R. (2003). Cardiac troponin I in cats with hypertrophic cardiomyopathy. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 5(4), 209-216. [https://doi.org/10.1016/S1098-612X\(03\)00007-X](https://doi.org/10.1016/S1098-612X(03)00007-X)
- Figuroa A., L., Paz M., R., Díaz C., D., y Dávila F., R. (2014). Tromboembolismo aórtico felino: Relato de caso. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 25(3), 438-443. <https://doi.org/10.15381/rivep.v25i3.10122>

- Fox, P. R., Rush, J. E., Reynolds, C. A., DeFrancesco, T. C., Keene, B. W., Atkins, C. E., Gordon, S. G., Schober, K. E., Bonagura, J. D., Stepien, R. L., Kellihan, H. B., MacDonald, K. A., Lehmkuhl, L. B., Nguyenba, T. P., Sydney Moise, N., Lefbom, B. K., Hogan, D. F., & Oyama, M. A. (2011). Multicenter Evaluation of Plasma N-Terminal Probrain Natriuretic Peptide (NT -pro BNP) as a Biochemical Screening Test for Asymptomatic (occult) Cardiomyopathy in Cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 25(5), 1010-1016. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2011.00776.x>
- Fox, P. R., & Schober, K. E. (2015). Management of asymptomatic (occult) feline cardiomyopathy: Challenges and realities. *Journal of Veterinary Cardiology*, 17, S150-S158. <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2015.03.004>
- Fuentes, L., V., Abbott, J., Chetboul, V., Côté, E., Fox, P. R., Häggström, J., Kittleson, M. D., Schober, K., y Stern, J. A. (2020). ACVIM consensus statement guidelines for the classification, diagnosis, and management of cardiomyopathies in cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 34(3), 1062-1077. <https://doi.org/10.1111/jvim.15745>
- Fuentes, V. L. (2012). Arterial Thromboembolism: Risks, realities and a rational first-line approach. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 14(7), 459-470. <https://doi.org/10.1177/1098612X12451547>
- Fuentes, V., & Wilkie, L. J. (2017). Asymptomatic Hypertrophic Cardiomyopathy. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 47(5), 1041-1054. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2017.05.002>
- Harris, A. N., Beatty, S. S., Estrada, A. H., Winter, B., Bohannon, M., Sosa, I., Hanscom, J., Mainville, C. A., & Gallagher, A. E. (2017). Investigation of an N-Terminal Prohormone of Brain Natriuretic Peptide Point-of-Care ELISA in Clinically Normal Cats and Cats With Cardiac Disease. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 31(4), 994-999. <https://doi.org/10.1111/jvim.14776>
- Hemdon, W. E., Kittleson, M. D., Sanderson, K., Drobatz, K. J., Clifford, C. A., Gelzer, A., Summerfield, N. J., Linde, A., & Sleeper, M. M. (2002). Cardiac Troponin I in Feline

Hypertrophic Cardiomyopathy. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 16(5), 558-564. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2002.tb02387.x>

Hertzsch, S., Roos, A., y Wess, G. (2019). Evaluation of a sensitive cardiac troponin I assay as a screening test for the diagnosis of hypertrophic cardiomyopathy in cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 33(3), 1242-1250. <https://doi.org/10.1111/jvim.15498>

Hogan, D. F., Fox, P. R., Jacob, K., Keene, B., Laste, N. J., Rosenthal, S., Sederquist, K., y Weng, H.-Y. (2015). Secondary prevention of cardiogenic arterial thromboembolism in the cat: The double-blind, randomized, positive-controlled feline arterial thromboembolism; clopidogrel vs. aspirin trial (FAT CAT). *Journal of Veterinary Cardiology*, 17, S306-S317. <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2015.10.004>

Hogan, D. F., & Brainard, B. M. (2015). Cardiogenic embolism in the cat. *Journal of Veterinary Cardiology*, 17, S202-S214. <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2015.10.006>

Hori, Y., Iguchi, M., Heishima, Y., Yamashita, Y., Nakamura, K., Hirakawa, A., Kitade, A., Ibaragi, T., Katagi, M., Sawada, T., Yuki, M., Kanno, N., Inaba, H., Isayama, N., Onodera, H., Iwasa, N., Kino, M., Narukawa, M., & Uchida, S. (2018). Diagnostic utility of cardiac troponin I in cats with hypertrophic cardiomyopathy. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 32(3), 922-929. <https://doi.org/10.1111/jvim.15131>

Hsu, A., Kittleson, M. D., & Paling, A. (2009). Investigation into the use of plasma NT-proBNP concentration to screen for feline hypertrophic cardiomyopathy. *Journal of Veterinary Cardiology*, 11, S63-S70. <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2009.02.005>

Ironside, V. A., Tricklebank, P. R., & Boswood, A. (2021). Risk indicators in cats with preclinical hypertrophic cardiomyopathy: A prospective cohort study. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 23(2), 149-159. <https://doi.org/10.1177/1098612X20938651>

Kittleson, M. D., & Côté, E. (2021). The Feline Cardiomyopathies: 2. Hypertrophic cardiomyopathy. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 23(11), 1028-1051. <https://doi.org/10.1177/1098612X211020162>

- Laudhittirut, T., Rujivipat, N., Saringkarisate, K., Soponpattana, P., Tunwichai, T., & Surachetpong, S. D. (2020). Accuracy of methods for diagnosing heart diseases in cats. *Veterinary World*, 13(5), 872-878. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.872-878>
- Li, R. H. L., Fabella, A., Nguyen, N., Kaplan, J. L., Ontiveros, E., & Stern, J. A. (2023). Circulating neutrophil extracellular traps in cats with hypertrophic cardiomyopathy and cardiogenic arterial thromboembolism. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 37(2), 490-502. <https://doi.org/10.1111/jvim.16676>
- Loughran, K. (2021). Focused Cardiac Ultrasonography in Cats. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 51(6), 1183-1202. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2021.07.002>
- Lo, S. T., Walker, A. L., Georges, C. J., Li, R. H., y Stern, J. A. (2022). Dual therapy with clopidogrel and rivaroxaban in cats with thromboembolic disease. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 24(4), 277-283. <https://doi.org/10.1177/1098612X211013736>
- Locquet, L., Paepe, D., Daminet, S., y Smets, P. (2018). Feliene arteriële trombo-embolie: Prognostische factoren en behandeling. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*, 87(3). <https://doi.org/10.21825/vdt.v87i3.16080>
- Machen, M. C., Oyama, M. A., Gordon, S. G., Rush, J. E., Achen, S. E., Stepien, R. L., Fox, P. R., Saunders, A. B., Cunningham, S. M., Lee, P. M., & Kellihan, H. B. (2014). Multi-centered investigation of a point-of-care NT-proBNP ELISA assay to detect moderate to severe occult (pre-clinical) feline heart disease in cats referred for cardiac evaluation. *Journal of Veterinary Cardiology*, 16(4), 245-255. <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2014.09.002>
- McMichael, M. A., Freeman, L. M., Selhub, J., Rozanski, E. A., Brown, D. J., Nadeau, Mr., & Rush, J. E. (2000). Plasma Homocysteine, B Vitamins, and Amino Acid Concentrations in Cats with Cardiomyopathy and Arterial Thromboembolism. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 14(5), 507-512. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2000.tb02268.x>

- Michałek, M., Tabiś, A., Paśławska, U., & Noszczyk-Nowak, A. (2020). Antioxidant defence and oxidative stress markers in cats with asymptomatic and symptomatic hypertrophic cardiomyopathy: A pilot study. *BMC Veterinary Research*, 16(1), 26. <https://doi.org/10.1186/s12917-020-2256-3>
- Murad, M., Asi, N., Alsawas, M., Alahdab, F. (2016). New evidence pyramid. *Evidence based medicine*, 21 (4), pp. 125-127. doi: 10.1136/ebmed-2016.110401
- O'Shaughnessy, S., Crawford, I., Arsevska, E., Singleton, D., Hughes, D., Noble, P., y Hezzell, M. (2022). Clinical findings associated with N-terminal pro-B-type natriuretic peptide measurement in dogs and cats attending first opinion veterinary practices. *Veterinary Record*, 191(2), e945. <https://doi.org/10.1002/vetr.945>
- Pavelková, E. (2019). Feline arterial thromboembolism. *Companion Animal*, 24(8), 426-430. <https://doi.org/10.12968/coan.2019.0021>
- Pierce, K. V., Rush, J. E., Freeman, L. M., Cunningham, S. M., & Yang, V. K. (2017). Association between Survival Time and Changes in NT -pro BNP in Cats Treated for Congestive Heart Failure. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 31(3), 678-684. <https://doi.org/10.1111/jvim.14690>
- Shaverdian, M., y Li, R. H. L. (2023). Preventing Cardiogenic Thromboembolism in Cats. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, S0195561623000931. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2023.06.002>
- Singh, M. K., Cocchiaro, M. F., & Kittleson, M. D. (2010). NT-proBNP measurement fails to reliably identify subclinical hypertrophic cardiomyopathy in Maine Coon cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 12(12), 942-947. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2010.08.004>
- Tablin, F., Schumacher, T., Pombo, M., Marion, C. T., Huang, K., Norris, J. W., Jandrey, K. E., & Kittleson, M. D. (2014). Platelet Activation in Cats with Hypertrophic Cardiomyopathy. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 28(2), 411-418. <https://doi.org/10.1111/jvim.12325>

- Wess, G., Daisenberger, P., Mahling, M., Hirschberger, J., & Hartmann, K. (2011). Utility of measuring plasma N-terminal pro-brain natriuretic peptide in detecting hypertrophic cardiomyopathy and differentiating grades of severity in cats. *Veterinary Clinical Pathology*, 40(2), 237-244. <https://doi.org/10.1111/j.1939-165X.2011.00305.x>
- Zimmering, T. M., Hungerbühler, S., Meneses, F., Nolte, I., & Simon, D. (2010). Evaluation of the association between plasma concentration of N-terminal proatrial natriuretic peptide and outcome in cats with cardiomyopathy. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 237(6), 665-672. <https://doi.org/10.2460/javma.237.6.665>
- Zimmering, T. M., Meneses, F., Nolte, I. J., & Simon, D. (2009). Measurement of N-terminal proatrial natriuretic peptide in plasma of cats with and without cardiomyopathy. *American Journal of Veterinary Research*, 70(2), 216-222. <https://doi.org/10.2460/ajvr.70.2.216>

8. ANEXOS

Anexo 1. Número de resultados de los biomarcadores encontrados.

| Biomarcadores | Número de artículos |
|---|----------------------------|
| Biomarcador de activación plaquetaria P selectina | 1 |
| complejo trombina-antitrombina (TAT), el dímero D y los productos de degradación de fibrina (FDP) | 1 |
| Endotelina ET | 1 |
| Estrés oxidativo | 1 |
| homocisteína y vit B | 2 |
| Péptido natriurético pro-tipo B N-terminal (NTproBNP) | 17 |
| Tiroxina | 1 |
| Trampas extracelulares de neutrófilos | 1 |
| Troponina cardiaca (ctni) | 10 |
| Total general | 35 |

Nota: hay artículos que analizan más de un biomarcador por lo que el total en esta tabla difiere al total de artículos utilizados.

Anexo 2. Total de estudios encontrados por año.

