

TRABAJO DE GRADO
Opción Revisión de tema

**EVALUACIÓN CARDIOVASCULAR EN EL EXAMEN PRE-COMPRA DEL
EQUINO DEPORTIVO: REVISIÓN DE TEMA Y PROPUESTA DE
ESTANDARIZACIÓN**

Angélica Leal Ortiz¹, Santiago Lenis Álvarez²

Resumen:

La industria equina en Colombia ha experimentado un crecimiento exponencial, incrementando el valor comercial de los ejemplares en disciplinas como salto, adiestramiento, disciplinas western y chalanería; sin embargo, el examen de pre-compra (EPC) carece de una evaluación cardiovascular estandarizada, limitándose a la auscultación en reposo. Esta aproximación resulta insuficiente para diferenciar adaptaciones fisiológicas propias del “corazón de atleta” de patologías cardiovasculares progresivas. El objetivo de esta revisión fue analizar la evidencia actual sobre la prevalencia, el diagnóstico y el pronóstico de alteraciones cardíacas para proponer un protocolo de evaluación estratificado y adaptado al contexto local. Se evidencia que, si bien la cojera continúa siendo el hallazgo más común, las alteraciones cardíacas presentan una alta prevalencia oculta y conllevan riesgos significativos para la seguridad. Se concluye que la regurgitación valvular leve presenta un pronóstico generalmente favorable, mientras que las arritmias complejas representan riesgos graves que justifican el uso de herramientas diagnósticas complementarias como la medición de troponina I, la electrocardiografía y la ecocardiografía, resaltando además la necesidad de emplear parámetros ecocardiográficos y electrocardiográficos específicos para el Caballo de Paso Colombiano (CPC) para evitar errores diagnósticos. Finalmente se propone un algoritmo de decisión clínica que integra la auscultación, electrocardiografía y ecocardiografía, concluyendo que la integración sistemática de múltiples métodos diagnósticos en el EPC es imperativa para proteger la inversión económica, garantizar la seguridad del binomio caballo-jinete y alinear la práctica nacional con los estándares internacionales.

Palabras Clave

Arritmias; Cardiología equina; Examen pre-compra; Ecocardiografía; Soplos.

¹Angélica Leal Ortiz, Corporación Universitaria Remington, MVZ, Esp. (c) Medicina Deportiva Equina, angelica.leal.5260@miremington.edu.co.

²Santiago Lenis Álvarez, Corporación Universitaria Remington, MV, MSc. santiago.lenis@uniremington.edu.co.

TRABAJO DE GRADO Opción Revisión de tema

Abstract

The equine industry in Colombia has experienced exponential growth, increasing the commercial value of horses in disciplines such as show jumping, dressage, western disciplines, and Chalanería. However, the pre-purchase examination (PPE) currently lacks a standardized cardiovascular assessment, as it is limited to resting auscultation. This approach is insufficient to differentiate the physiological adaptations typical of the “athlete's heart” from progressive cardiovascular pathologies. The objective of this review was to analyze current evidence regarding the prevalence, diagnosis, and prognosis of cardiac abnormalities in order to propose a stratified evaluation protocol adapted to the local context. Evidence indicates that, while lameness remains the most common finding, cardiac abnormalities present a high subclinical prevalence and carry significant safety risks. It is concluded that mild valvular regurgitation generally presents a favorable prognosis, whereas complex arrhythmias represent serious risks that justify the use of complementary diagnostic tools such as troponin I measurement, electrocardiography, and echocardiography. Furthermore, the need to use echocardiographic and electrocardiographic parameters specific to the Colombian Paso Horse (CPC) is highlighted to avoid diagnostic errors. Finally, a clinical decision algorithm integrating auscultation, electrocardiography, and echocardiography is proposed, concluding that the systematic integration of multiple diagnostic methods in the PPE is imperative to protect economic investment, guarantee the safety of the horse-rider pair, and align national practice with international standards.

Keywords

Arrhythmias; Echocardiography; Equine cardiology; Heart murmurs; Pre-purchase examination

Introducción.

En la actualidad, la industria equina en Colombia ha trascendido su valor cultural para convertirse en un sector económico dinámico y en crecimiento exponencial, este auge ha impulsado la comercialización de ejemplares de alto valor (Posada Arias et al., 2016), especialmente en el CPC, cuyo trabajo que en su mayoría es de alta intensidad, demanda una adaptación cardiovascular superior para soportar esfuerzos explosivos en cortos periodos (Mira Hernández et al., 2016). En este contexto, la medicina deportiva cobra un rol crítico, pues el correcto desempeño depende

directamente de la integridad fisiológica del equino.

El EPC es un procedimiento fundamental en la compra de un equino, cuyo propósito es evaluar la idoneidad clínica de un caballo para un uso deportivo específico y determinar el riesgo futuro de desarrollo de enfermedades limitantes (Werner, 2012; Shelton et al., 2025). Aunque las afecciones musculoesqueléticas, particularmente las cojeras, constituyen la causa principal de hallazgos perjudiciales (Shelton et al., 2025), las alteraciones del sistema cardiovascular representan una

TRABAJO DE GRADO

Opción Revisión de tema

preocupación significativa tanto para la seguridad del jinete como para la longevidad atlética del equino (Reef et al., 2014).

Históricamente, la evaluación cardiaca se limitaba a la auscultación estática. Sin embargo, estudios recientes han demostrado que la detección de soplos y arritmias requiere una caracterización profunda para distinguir entre la fisiología del corazón de un atleta y patologías con riesgo de colapso (Hövenner et al., 2021). La prevalencia de soplos en caballos de deporte es alta; por ejemplo, se ha reportado regurgitación tricuspídea funcional en un alto porcentaje de caballos de carreras sin que esto afecte su desempeño (Young et al., 2008). No obstante, la aparición de arritmias complejas durante el ejercicio sigue siendo un factor de riesgo crítico que a menudo pasa desapercibido en exámenes de reposo (Navas de Solis et al., 2025). Estudios recientes indican que un porcentaje significativo de equinos activos presenta soplos o arritmias que pueden pasar desapercibidos sin pruebas complementarias, representando un riesgo latente para la seguridad del ejemplar y la inversión económica (Mokhber Dezfouli et al., 2019; ter Woort et al., 2021).

Esta limitación diagnóstica es crítica, dado que la evidencia científica distingue claramente entre hallazgos benignos y riesgos reales. Estudios demuestran que regurgitaciones valvulares leves suelen tener un pronóstico deportivo favorable (Young et al., 2008; Imhasly et al., 2010), mientras que alteraciones como la fibrilación auricular o arritmias complejas comprometen severamente la seguridad

del binomio (Decloedt et al., 2020; Reef et al., 2014). Por consiguiente, la integración de herramientas de mayor sensibilidad, como la ecocardiografía avanzada, la electrocardiografía y biomarcadores como la Troponina I (Foreman et al., 2025), se hacen indispensables para emitir un concepto de compra responsable y bien fundamentado.

Además, la interpretación de los hallazgos cardiacos debe contextualizarse según la raza. El CPC, por ejemplo, presenta parámetros electrocardiográficos y ecocardiográficos propios que difieren de las razas europeas y americanas estándar, lo que obliga al clínico a utilizar referencias locales para evitar diagnósticos erróneos de cardiomegalia o trastornos de conducción (Mira Hernández et al., 2016; Posada Arias et al., 2016).

En consecuencia, el objetivo de la presente revisión es analizar la evidencia actual sobre la prevalencia, diagnóstico y pronóstico de las alteraciones cardiovasculares en equinos de deporte. A partir de este análisis, se busca proponer una estandarización del examen cardiovascular en el EPC mediante unas fases de decisión clínica que finalizan con un algoritmo. Esta propuesta pretende integrar hallazgos de la literatura internacional con las particularidades del contexto nacional, ofreciendo una herramienta práctica para diferenciar entre adaptaciones fisiológicas y patologías que comprometan el desempeño o la seguridad.

TRABAJO DE GRADO

Opción Revisión de tema

Materiales y métodos.

Tipo de estudio

Se realizó una revisión bibliográfica de tipo narrativo, descriptivo y propositivo sobre cardiología equina aplicada al rendimiento deportivo y al EPC, orientada a la recopilación y análisis crítico de la literatura disponible para sustentar una propuesta de estandarización clínica.

Estrategia de búsqueda y bases de datos

La búsqueda de información se llevó a cabo en bases de datos científicas internacionales, principalmente PubMed, ScienceDirect, Scopus y Google Scholar. Se utilizaron términos de búsqueda en inglés y español.

Palabras clave y algoritmos

Se emplearon términos MeSH (Medical Subject Headings) y DeCS (Descriptores en Ciencias de la Salud), utilizando operadores booleanos (AND, OR) para refinar los resultados.

Criterios de inclusión

Para la selección de la literatura, se aplicaron los siguientes criterios:

Temática: Artículos originales, reportes de caso, estudios retrospectivos/prospectivos y revisiones de consenso que aborden la evaluación cardiovascular en equinos (soplos, arritmias, ecocardiografía, electrocardiografía) y su impacto en el rendimiento deportivo o la seguridad del jinete.

Especies y Razas: Estudios centrados en la especie equina, con énfasis en razas deportivas (Pura Sangre Inglés, Warmblood, Standardbred, Quarter Horse)

y literatura específica disponible sobre el CPC.

Tipología de Estudio: Se priorizaron estudios que correlacionaran hallazgos clínicos con métodos de diagnóstico avanzado (ecocardiografía Doppler, monitoreo Holter/telemetría, biomarcadores como Troponina I).

Criterios de exclusión

Se descartaron artículos enfocados exclusivamente en neonatos (potros), estudios en especies diferentes al equino, y reportes de casos aislados que no ofrecieran información relevante para el contexto del examen de pre-compra o el desempeño atlético.

Periodo de búsqueda y selección

El proceso de búsqueda, revisión y selección de literatura se llevó a cabo entre octubre de 2025 y enero de 2026. El rango temporal de las publicaciones analizadas abarcó desde el año 2004 hasta el 2025. Para la selección final, se estableció una ventana de prioridad enfocada en la evidencia de los últimos 15 años (2011-2026) con el fin de garantizar la actualización tecnológica y clínica. No obstante, se incluyeron de manera selectiva y justificada estudios anteriores a 2011, los cuales constituyen la base metodológica irremplazable para los estándares actuales de ecocardiografía y la epidemiología del rendimiento deportivo en equinos. Se seleccionaron un total de 31 artículos para la redacción del manuscrito.

TRABAJO DE GRADO

Opción Revisión de tema

1. Fisiología cardiovascular del equino atleta

1.1 Concepto de “corazón de atleta” (adaptación vs. patología)

El corazón del atleta es una adaptación fisiológica normal y beneficiosa debido al ejercicio regular, permitiéndole al animal bombear más sangre con cada latido y reducir la frecuencia cardíaca en reposo. Este fenómeno se sustenta en una hipertrofia ventricular y un aumento del tono vagal, mecanismos que optimizan el volumen sistólico y la eficiencia miocárdica (Reef et al., 2014; Marr & Bowen, 2010). Sin embargo, estas modificaciones estructurales pueden generar hallazgos clínicos en reposo — como soplos o bloqueos auriculoventriculares transitorios— que, aunque benignos, requieren una diferenciación precisa de patologías miocárdicas o valvulares que podrían acortar la vida deportiva del equino (Lightowler et al., 2004).

1.2 Particularidades fisiológicas del CPC

El CPC se distingue por ser un atleta de características biomecánicas y fisiológicas únicas, derivadas de una selección genética orientada hacia la suavidad, la reunión y la rapidez en la ejecución de sus andares (Massie et al., 2025). A diferencia de razas de carreras diseñadas para la velocidad lineal y el esfuerzo máximo, el CPC se desempeña mediante movimientos de alta frecuencia de tranco y corta duración, lo que impone una demanda cardiovascular particular (Mira Hernández et al., 2016).

Estudios recientes han redefinido la comprensión del esfuerzo físico en esta raza. Si bien históricamente se consideraba que la exigencia era de alta intensidad, investigaciones actuales utilizando ergoespirometría en campo demuestran que, en las modalidades de Trote, Trocha y Galope, estos equinos realizan un ejercicio predominantemente submáximo. A pesar de mantener una frecuencia de tranco elevada (aprox. 2.3 trancos/segundo), el consumo de oxígeno ($VO_2 \sim 80$ mL/kg/min) y las concentraciones de lactato post-ejercicio (~ 4.1 mmol/L) indican un metabolismo mayoritariamente aeróbico en animales entrenados (Massie et al., 2025; Zuluaga Cabrera et al., 2021).

Desde el punto de vista cardiovascular, esto implica que las frecuencias cardíacas durante la competencia se estabilizan en rangos inferiores a los observados en caballos de carreras o en la modalidad de Paso Fino, oscilando alrededor de 154-159 latidos por minuto (lpm) (Massie et al., 2025). Estudios locales han reportado una incidencia de alteraciones valvulares en el CPC que difiere de otras razas, sugiriendo una predisposición particular a soplos funcionales que no deben confundirse con patologías (Serrano et al., 2011).

Esta particularidad es crítica para el CPC, pues frecuencias superiores a estos rangos ante esfuerzos estándar podrían sugerir desadaptación cardiovascular o patología subyacente, y no simplemente “excitabilidad” de la raza.

Adicionalmente, el CPC exhibe un acople locomotor-respiratorio atípico. A diferencia de la relación 1:1 (un respiro por cada tranco) observada en el galope de la mayoría de las razas, el CPC presenta

TRABAJO DE GRADO

Opción Revisión de tema

relaciones variables (como 1.7:1 o 3:2), lo que sugiere estrategias ventilatorias únicas para mantener la oxigenación sin comprometer la mecánica de la reunión (Massie et al., 2025). Estas adaptaciones fisiológicas, sumadas a la correlación positiva entre el peso corporal y las dimensiones ventriculares reportada en la raza (Posada Arias et al., 2016), fundamentan la necesidad de utilizar parámetros de referencia específicos y no extrapolados de otras razas deportivas para evitar errores diagnósticos en el EPC.

2. Alteraciones valvulares (soplos)

La detección de soplos cardíacos es uno de los hallazgos más comunes durante el EPC, con una prevalencia reportada que varía significativamente según la raza y la disciplina, llegando hasta el 34.5% en ciertas poblaciones atléticas (Mokhber Dezfouli et al., 2019). La evidencia científica actual enfatiza que la presencia de un soplo per se no indica una incapacidad atlética; el desafío clínico radica en distinguir entre soplos funcionales o fisiológicos (comunes en el corazón de atleta debido al alto volumen sistólico) y regurgitaciones valvulares patológicas que conllevan riesgo de insuficiencia cardíaca o muerte súbita (Reef et al., 2014).

2.1 Regurgitación mitral

Es la valvulopatía adquirida más frecuente en el caballo de deporte. Estudios longitudinales demuestran que las regurgitaciones mitrales leves suelen ser no progresivas y no afectan el desempeño en disciplinas de resistencia o velocidad (Young et al., 2008). Sin embargo, su evaluación ecocardiográfica es imperativa,

pues el pronóstico cambia drásticamente si hay remodelación auricular izquierda, lo cual predispone a la fibrilación auricular (Imhasly et al., 2010).

2.2 Regurgitación aórtica

Frecuente en caballos de edad media y avanzada, esta alteración suele ser bien tolerada durante años debido a la lenta progresión de la sobrecarga de volumen en el ventrículo izquierdo. No obstante, en estadios moderados a severos, se asocia con un aumento en el riesgo de arritmias ventriculares complejas durante el ejercicio máximo, lo que representa un riesgo de seguridad (Ven et al., 2016; Reef et al., 2014).

Para determinar con precisión el pronóstico de esta valvulopatía, es insuficiente confiar solo en la auscultación. La literatura especializada sugiere un abordaje ecocardiográfico multimodal que combine mediciones en modo 2D, modo M y Doppler. Esta metodología permite cuantificar objetivamente la severidad de la regurgitación y su impacto hemodinámico sobre el ventrículo izquierdo, diferenciando con mayor certeza entre hallazgos incidentales y aquellos que comprometen la vida útil del atleta (Ven et al., 2016).

2.3 Regurgitación tricúspide

Generalmente considerada un hallazgo benigno en caballos de deporte cuando se presenta de forma aislada. Su prevalencia es alta en caballos de carrera entrenados, correlacionándose con la hipertrofia ventricular derecha fisiológica, y rara vez compromete la capacidad atlética (Marr & Bowen, 2010).

TRABAJO DE GRADO

Opción Revisión de tema

2.4 Impacto real en el desempeño: criterios de relevancia clínica

La evidencia científica ha desmitificado la creencia de que todo soplo cardíaco compromete la vida útil del equino deportivo. Estudios epidemiológicos a gran escala en Pura Sangres de carrera han demostrado que no existe una correlación lineal directa entre la intensidad del soplo (grado de auscultación) y el rendimiento en la pista o las ganancias monetarias (Young et al., 2008).

Por consiguiente, el consenso actual establece que un soplo se considera clínicamente relevante y potencialmente limitante solo si cumple con criterios de remodelación cardíaca. Es decir, la regurgitación valvular "importa" cuando el volumen de sangre que se devuelve es suficiente para causar una sobrecarga de volumen que dilate las cámaras cardíacas (agrandamiento atrial o ventricular) (Reef et al., 2014).

En ausencia de esta remodelación estructural detectable por ecocardiografía, y siempre que no existan arritmias concurrentes, la mayoría de los equinos pueden desempeñar su función atlética sin restricciones. La excepción crítica a esta regla es la seguridad: soplos que, aunque no limiten la velocidad o resistencia, predispongan a arritmias malignas (como en la insuficiencia aórtica severa), deben ser causal de rechazo en el EPC por el riesgo de colapso súbito. (Mokhber Dezfouli et al., 2019; Chohe KB, 2018).

3. Arritmias cardíacas de importancia clínica:

Las arritmias cardíacas representan uno de los desafíos diagnósticos más complejos (van Loon, 2019). Debido al alto tono vagal característico del equino atlético, es frecuente auscultar disritmias en reposo — como el bloqueo auriculoventricular de segundo grado o la arritmia sinusal— que son fisiológicas y desaparecen con el estímulo simpático del ejercicio. Sin embargo, la persistencia de irregularidades durante o inmediatamente después del esfuerzo, o la detección de ritmos caóticos, obliga a descartar patologías eléctricas que comprometan la seguridad (Reef et al., 2014).

Recientemente se ha demostrado que incluso en caballos considerados sedentarios o de baja actividad, existe una prevalencia basal de arritmias que debe ser diferenciada de aquellas inducidas por el estrés del entrenamiento (Maas et al., 2025).

3.1 Fibrilación auricular (FA)

Es la arritmia patológica más frecuente en el caballo y la principal causa cardiovascular de bajo rendimiento deportivo. Su fisiopatología se vincula a la gran masa auricular del equino y al tono vagal elevado, factores que predisponen al establecimiento de ondas reentrantes (Declodt et al., 2020).

En el contexto de la pre-compra, su diagnóstico es crítico: aunque algunos caballos pueden realizar ejercicio de baja intensidad con FA, la pérdida de la "patada auricular" reduce el gasto cardíaco máximo, limitando severamente el desempeño en disciplinas de alta exigencia. Además, la FA puede ser un

TRABAJO DE GRADO

Opción Revisión de tema

marcador de enfermedad miocárdica subyacente o predisponer a colapsos durante el esfuerzo máximo (Declodt et al., 2020; van Loon, 2019).

3.2 Arritmias ventriculares y su relación con el ejercicio

A diferencia de las supraventriculares, las arritmias ventriculares (como los complejos ventriculares prematuros o la taquicardia ventricular) conllevan un pronóstico reservado y una alerta de seguridad inmediata. Estudios recientes utilizando electrocardiografía dinámica durante el entrenamiento demuestran que, si bien contracciones ventriculares aisladas pueden aparecer en caballos sanos durante la fase de recuperación, la presencia de formas complejas, pares o fenómenos de "R sobre T" durante el pico de ejercicio está fuertemente asociada con riesgo de muerte súbita y colapso (Navas de Solis et al., 2025; Chope KB, 2018). Por tanto, su detección en un EPC, incluso si es ocasional, requiere una investigación exhaustiva antes de recomendar la compra.

4. Métodos diagnósticos en el EPC

Según Patteson (2010), el desafío crítico en el EPC no se limita a la destreza técnica para auscultar un soplo, sino a la capacidad de interpretar su significancia clínica en ausencia de signos de insuficiencia cardíaca. El autor postula que la detección de un soplo crea un dilema inmediato: diferenciar entre una anomalía anatómica real y un sonido funcional derivado de la hemodinámica del ejercicio. En este contexto, la utilidad del examen médico reside en evitar dos errores opuestos, pero igualmente costosos: el rechazo innecesario de un atleta con hallazgos

benignos (desperdicio de potencial deportivo) y la aprobación negligente de un equino con patología subclínica que podría desencadenar un evento catastrófico. Por tanto, la auscultación no debe ser el veredicto, sino el punto de partida para una estratificación de riesgo objetiva.

4.1 Limitaciones de la auscultación

Si bien la auscultación sigue siendo el método inicial por excelencia debido a su practicidad y bajo costo, su capacidad para predecir el rendimiento atlético futuro presenta restricciones importantes. La evidencia señala que la auscultación estática es incapaz de cuantificar con precisión la severidad hemodinámica de una regurgitación valvular ni de identificar cambios estructurales sutiles (remodelación) que preceden a la falla cardíaca (Reef et al., 2014). Sumado a esto, la subjetividad inherente al evaluador y las condiciones ambientales de campo pueden enmascarar hallazgos relevantes, haciendo que la distinción entre un "corazón de atleta" sano y uno con patología leve sea especulativa. Por ello, el monitoreo cardíaco avanzado se ha vuelto un estándar para reducir la incertidumbre diagnóstica (Shih, 2019; Patteson, 2010).

4.2 Ecocardiografía y electrocardiografía

La ecocardiografía se posiciona hoy como la herramienta indispensable para determinar la significancia clínica de los soplos (Schwarzwald, 2019). Su valor radica no solo en identificar la válvula afectada, sino en permitir la medición objetiva de las dimensiones de las cámaras cardíacas. Sin embargo, su precisión

TRABAJO DE GRADO

Opción Revisión de tema

depende de la calidad de la ventana acústica, la cual puede presentar limitaciones técnicas en ciertos pacientes (Vitale et al., 2023). Además, es crucial considerar variaciones anatómicas, como la morfología del septo interatrial, que podrían malinterpretarse como defectos (Ibrahim et al., 2025).

Un desafío crítico es la interpretación de las dimensiones cardíacas. Mientras existen valores de referencia ecocardiográficos bien establecidos para razas como el Pura Sangre, el Standardbred (Zucca et al., 2008), el Quarter Horse (Selecky et al., 2025) e incluso razas europeas como el Frisón (Vernemmen et al., 2020), la extrapolación de estos datos al CPC resulta inadecuada debido a su biotipo único.

Paralelamente, la electrocardiografía (tanto en reposo como dinámica) constituye el "estándar de oro" para la caracterización de arritmias. Su implementación es imperativa ante cualquier irregularidad del ritmo, ya que es el único método capaz de diferenciar con certeza entre bloqueos fisiológicos mediados por el tono vagal y disritmias patológicas de riesgo, como la fibrilación auricular o los complejos ventriculares prematuros (Navas de Solis et al., 2025).

4.3 Biomarcadores de daño miocárdico: Troponina I

Recientemente, la medición de la concentración plasmática de Troponina I cardíaca (cTnI) ha emergido como un biomarcador de alta sensibilidad y especificidad para el daño miocárdico en equinos. A diferencia de las enzimas

musculares tradicionales, la cTnI permite detectar micronecrosis celular activa, resultando una herramienta clave para diferenciar entre fatiga fisiológica post-ejercicio y patología miocárdica subclínica en caballos que presentan bajo rendimiento inexplicable o arritmias complejas (Foreman et al., 2025).

Sin embargo, la interpretación clínica de estos valores enfrenta una limitante en el contexto nacional: la ausencia de intervalos de referencia validados específicamente para el CPC. Dado que factores como la intensidad del entrenamiento y la masa miocárdica influyen en la liberación fisiológica de troponinas, es imperativo establecer rangos basales propios para la raza, evitando así diagnósticos erróneos derivados de la extrapolación de datos de razas con biotipos y demandas atléticas diferentes (Foreman et al., 2025; Massie et al., 2025).

5. Normativa internacional: del hallazgo clínico a la decisión de compra

La estandarización del examen cardiovascular a nivel global busca minimizar la brecha entre el hallazgo clínico y la predicción del desempeño futuro. Actualmente, el referente mundial es el consenso del American College of Veterinary Internal Medicine (ACVIM), el cual establece criterios estrictos para indicar estudios complementarios. Según esta directriz, la realización de una ecocardiografía es obligatoria ante la detección de cualquier soplo grado $\geq 3/6$, soplos diastólicos de cualquier intensidad o arritmias no fisiológicas,

TRABAJO DE GRADO

Opción Revisión de tema

independientemente de la disciplina del equino (Reef et al., 2014).

En el marco de estas directrices, se han identificado factores pronósticos objetivos que determinan un desenlace negativo ante una cardiopatía estructural. Estos indicadores incluyen el remodelado progresivo de las cámaras —evidenciado por dilatación y alteración de su geometría—, la disfunción miocárdica y el agrandamiento de los grandes vasos. Asimismo, el desarrollo de hipertensión pulmonar (HTP), insuficiencia cardíaca congestiva (ICC) o arritmias potencialmente peligrosas constituye un punto de inflexión clínico; los equinos que presentan HTP, ICC o arritmias ventriculares complejas se clasifican categóricamente como inseguros para la monta o el enganche, debiendo ser retirados de la actividad deportiva para recibir el manejo terapéutico estándar correspondiente.

Sin embargo, la literatura reciente sugiere que la interpretación de estos estándares debe integrar el concepto de "aptitud para el propósito" (suitability for intended use). Estudios retrospectivos en poblaciones europeas indican que, aunque las anomalías cardíacas son frecuentes en el EPC, la mayoría de los equinos con diagnósticos leves a moderados (como regurgitaciones valvulares sin remodelación) logran desempeñar su carrera deportiva sin limitaciones, siempre que se establezca un monitoreo adecuado (ter Woort et al., 2021).

El desafío actual radica en la variabilidad de criterios de "rechazo". Investigaciones en el Reino Unido señalan que la

percepción de riesgo varía drásticamente entre veterinarios, donde hallazgos cardiovasculares incidentales pueden ser catalogados erróneamente como "perjudiciales" sin una base sólida, afectando injustificadamente el valor comercial del animal (Shelton et al., 2025). Por tanto, la tendencia internacional se aleja del dictamen binario "apto/no apto" hacia una evaluación de gestión de riesgo, donde herramientas como la ecocardiografía y la electrocardiografía no solo diagnostican la patología, sino que cuantifican la capacidad funcional cardiovascular del atleta (Reef, 2019).

Esta evolución normativa internacional resalta una carencia crítica en el contexto colombiano: la falta de un algoritmo unificado que adapte estos estándares globales a la fisiología específica del CPC, evitando así la extrapolación directa de criterios diseñados para razas de gran alzada que podrían no reflejar la realidad cardiovascular del atleta nacional.

6. Propuesta de estandarización y algoritmo de decisión clínica

6.1 Justificación

Es imperativo establecer que el EPC difiere sustancialmente de la consulta clínica rutinaria. Mientras que la medicina interna tradicional suele activarse ante la presencia de signos patológicos evidentes, el EPC tiene una naturaleza preventiva y comercial que exige un nivel superior de diligencia.

En este contexto, la evaluación cardiovascular no debe limitarse exclusivamente a los casos con hallazgos clínicos manifiestos. Por el contrario, su

TRABAJO DE GRADO

Opción Revisión de tema

objetivo primordial es otorgar seguridad médica y financiera al comprador, garantizando que la inversión se realiza sobre un atleta con la integridad fisiológica necesaria para su desempeño. La ausencia de síntomas en reposo no es sinónimo de aptitud deportiva; por tanto, este protocolo busca objetivar esa "garantía de salud", minimizando la incertidumbre inherente a la compra de un equino de alto valor.

6.2 El algoritmo

A partir de la revisión crítica de la literatura y la integración de los parámetros fisiológicos, se diseñó el siguiente protocolo escalonado.

Por consiguiente, esta propuesta abandona el enfoque binario tradicional de "apto / no apto" en favor de una estratificación de riesgo. El objetivo de este algoritmo no es simplemente detectar patología, sino responder a la pregunta clínica fundamental: ¿puede este equino desempeñar su disciplina deportiva, sin un riesgo aumentado de colapso, pérdida de rendimiento, o en caso tal, muerte súbita?

FASE 1:

Objetivo: detectar anomalías basales y decidir si se requiere imagenología avanzada.

Acción: auscultación en reposo (ambos hemitórax, 4 focos: pulmonar, aórtico, mitral y tricúspide), frecuencia cardiaca basal, electrocardiograma y calidad de pulso.

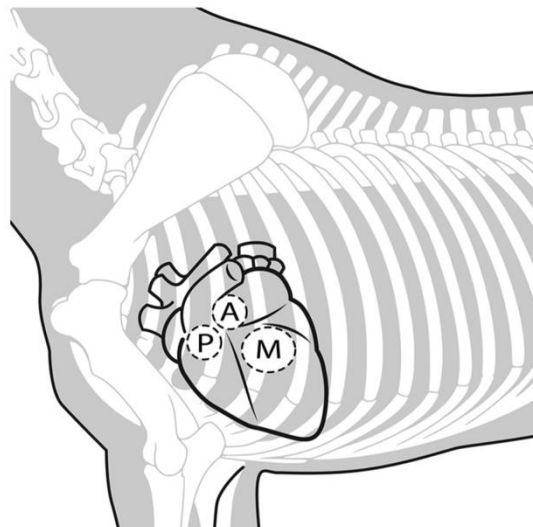


Figura 1. Referencias anatómicas para la auscultación de las válvulas Pulmonar (P), Aórtica (A) y Mitral (M) en el hemitórax izquierdo.

Fuente: tomado de Chope (2018).

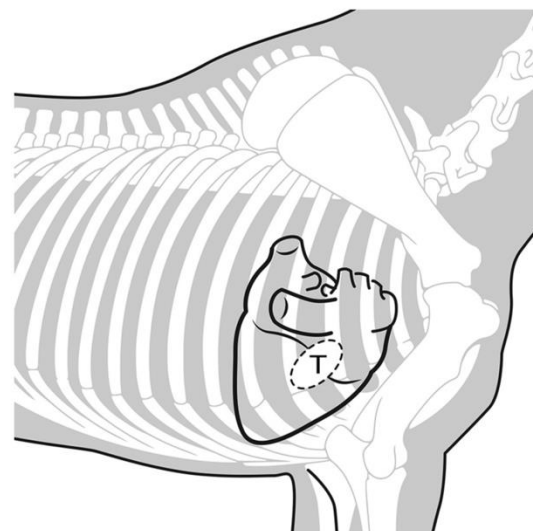


Figura 2. Referencias anatómicas para la auscultación de la válvula Tricúspide (T) en el hemitórax derecho.

Fuente: Tomado de Chope (2018).

TRABAJO DE GRADO

Opción Revisión de tema

Hemitórax	Válvula / foco	Ubicación anatómica	Normal (S1-S2)	Anormal (describir)
Izquierdo	Pulmonar (P)	3er EIC, bajo		
	Aórtica (A)	4to EIC, alto		
	Mitral (M)	5to EIC, bajo		
Derecho	Trucúspide (T)	3er-4to EIC, medio-bajo		

Tabla 1. Matriz de registro para la evaluación topográfica de los focos valvulares cardíacos. Se especifican las referencias anatómicas estándar para la auscultación de cada válvula.

EIC: espacio intercostal.

Fuente: elaboración propia, basada en las referencias anatómicas de Chope (2018).

Parámetro	Hallazgo	Notas adicionales
Frecuencia cardíaca (FC)	_____ lpm	<i>Indicar si se ausculta S3 o S4</i>
Ritmo cardíaco	Regular	
	Irregularmente irregular	
	Regularmente irregular	
Calidad del pulso	Arteria	
	Facial	
	Transversa	
	Calidad	
	Eucinéptico (normal)	
	Hipercinéptico (saltón)	
	Hipocinéptico (débil)	
	Ritmo	
	Regular	
	Irregular	
Déficit de pulso		<i>Descripción</i>
	Sí	
	No	

Tabla 2. Formato de registro para la evaluación hemodinámica basal y caracterización del pulso arterial.

Fuente: elaboración propia, basada en los criterios de evaluación clínica de Reef et al. (2014) y Chope (2018).

Criterios de decisión (Puntos de Corte ACVIM - Reef et al., 2014):

Ruta A (bajo riesgo): ausencia de soplos, o soplos sistólicos grado $\leq 2/6$, sin arritmias (excepto bloqueo AV de 2do grado o arritmia sinusal) – Para esta es necesario realizar electrocardiografía en reposo.

Decisión: pasar directamente a Fase 3.

Ruta B (alerta):

- Soplo sistólico grado $\geq 3/6$
- Cualquier soplo diastólico (independiente del grado).
- Arritmia irregular o taquicardia en reposo inexplicada.

Decisión: ecocardiografía y electrocardiograma en reposo obligatorias, además de holter por 24 horas a criterio del médico veterinario.

Enfoque sistemático para un examen ecocardiográfico completo		
1.	Vistas paraesternales derechas	
	a. Eje largo	
		Tracto de salida del VD, válvula pulmonar, arteria pulmonar
		Tracto de salida del VI, válvula aórtica, aorta
		Vista de 4 cámaras angulada dorsalmente, optimizada para visualizar toda la AI
		Vista de 4 cámaras angulada ventralmente, optimizada para visualizar todo el VI
	b. Eje corto	2D
		VI a nivel apical y de los músculos papilares (si se buscan lesiones musculares).
		VI a nivel de las cuerdas tendinosas
		VI a nivel de la válvula mitral.
		Aorta, AI y orejuela del AI
	c. Eje corto	modo M
		Válvula aórtica, orejuela de la AI
		Válvula mitral
		VI a nivel de las cuerdas tendinosas
d. Eje corto	Doppler tisular de onda pulsada	
	Pared libre del VI a nivel de las cuerdas tendinosas	
e. Eje largo y eje corto	Estudios de flujo Doppler y contraste salino	
	Mapeo de flujo en color: Las 4 válvulas, shunts (comunicaciones anómalas) si corresponde	
	Modo M en color: Según sea necesario para la cronología de eventos de flujo	
	Doppler pulsado (PW) o continuo (CW) según sea necesario (siempre para insuficiencias tricúspide y pulmonar y defectos del tabique interventricular para calcular gradientes de presión)	
	Contraste salino según sea necesario (particularmente para detectar shunts de derecha a izquierda)	
2. Vistas paraesternales izquierdas	a. Eje largo	2D, mapeo de flujo en color
		VI, válvula mitral, AI
		VI, válvula aórtica
		Arteria pulmonar, válvula pulmonar, VD, AD (aurícula derecha)
	b. Eje largo y eje corto	2D, mapeo de flujo en color, estudios Doppler, estudios de contraste salino
		Según lo indicado para lesiones específicas

Tabla 3. Describe las vistas y modalidades estándar para la evaluación cardíaca. VD: ventrículo derecho, VI: ventrículo izquierdo, AI: atrio izquierdo.

Fuente: adaptado y traducido de Schwarzwald (2019).

TRABAJO DE GRADO

Opción Revisión de tema

FASE 2:

Objetivo: determinar si el hallazgo clínico tiene impacto hemodinámico (remodelación).

Acción: Ecocardiografía 2D, Modo M y Doppler.

Estandarización para CCC: para la medición de dimensiones ventriculares y espesores septales, se recomienda no utilizar referencias de razas europeas (Warmbloods) o americanas (Pura Sangre), ya que inducen a diagnósticos erróneos de cardiomegalia. Se sugiere el uso de las tablas de referencia locales propuestas por Posada Arias et al. (2016), las cuales presentan una correlación positiva ($r=0.72$) con el peso corporal en esta raza. Nota de precaución: Debido a que no existen aún estudios alométricos a gran escala validados para el CPC, el ajuste lineal por peso debe interpretarse como una aproximación clínica. Por tanto, los valores limítrofes deben evaluarse en conjunto con la función sistólica y la presencia de arritmias, evitando descartar ejemplares basándose únicamente en una desviación métrica leve sin repercusión hemodinámica.

Interpretación de Hallazgos:

1. Regurgitación mitral (La más común en CCC - Serrano, 2011):

Sin remodelación: atrio izquierdo normal. Pronóstico favorable para desempeño (Young, 2008).

Con remodelación: agrandamiento del atrio izquierdo. Riesgo alto de fibrilación atrial (Reef, 2014).

2. Regurgitación aórtica:

Medir diámetro de raíz aórtica y ventrículo izquierdo (Ven et al., 2016). Si hay dilatación ventricular puede indicar alto riesgo de arritmias ventriculares.

3. Variantes anatómicas:

Diferenciar defectos reales de bolsas septales o septal ridges (Ibrahim et al., 2025) para evitar falsos positivos de comunicación interatrial.

FASE 3:

Objetivo: evaluar la respuesta cardiovascular al esfuerzo real del equino según su disciplina.

Para el protocolo de esfuerzo, es necesario tener en cuenta:

1. Montado preferiblemente por el chalán habitual para minimizar el estrés por manejo desconocido, pero bajo instrucciones estrictas del veterinario.
2. Realizar calentamiento, fase de carga y estiramiento (a criterio del médico veterinario).
3. Monitoreo: Registro continuo mediante Holter o ECG telemétrico durante el ejercicio y, críticamente, durante los primeros 5 minutos de recuperación.

Criterios de evaluación (Zuluaga Cabrera, 2021):

- Frecuencia cardíaca esperada en CPC: ~150 - 170 lpm en trabajo intenso.

TRABAJO DE GRADO

Opción Revisión de tema

- Alerta: en el CPC si la frecuencia cardíaca supera 200-220 lpm sin velocidad excesiva, sospechar desacople cardiovascular o fibrilación atrial paroxística.
- Análisis de arritmias en ejercicio (Navas de Solis, 2025):
 - Benignas: arritmias que desaparecen con el ejercicio o complejos prematuros supraventriculares aislados (<1/hora es ideal, pero algunos aislados son tolerables).
 - Malignas: pares, tripletas, taquicardia ventricular o fenómeno "R sobre T".
- Decisión clínica: un valor elevado no debe ser un criterio de rechazo inmediato y absoluto si el equino es de alto valor y está asintomático. Se recomienda suspender la compra temporalmente, poner al equino en reposo y repetir la medición en 14-21 días. La persistencia de niveles altos confirma patología crónica y sugiere "no compra"; la normalización sugiere un evento agudo resuelto.

FASE 4:

Objetivo: descartar daño miocárdico activo por medio de biomarcadores cardiacos.

Indicación: si en Fase 3 hubo arritmias ventriculares o recuperación lenta anormal.

Acción: Medición de Troponina I cardíaca (cTnI).

Interpretación (Foreman et al., 2025):

- Normal: < 0.03 - 0.06 ng/mL.
- Zona gris: > 0.1 ng/mL indica daño miocárdico activo (miocarditis, toxicidad). Criterio de no compra. Cabe precisar que estos parámetros aún no están descritos en el CPC y su medición puede presentar sesgos.
- Holter 24h: recomendado si se detectaron arritmias intermitentes para descartar frecuencias altas (>50 PVCs/24h) en reposo (Maas et al., 2025).

6.3. Diagrama de flujo para la toma de decisiones

A continuación, se presenta el esquema gráfico que integra los hallazgos del examen físico y las pruebas complementarias. Para facilitar su aplicación práctica en campo por parte del médico veterinario, se incluye una versión imprimible de alta resolución de este diagrama en el Anexo A.

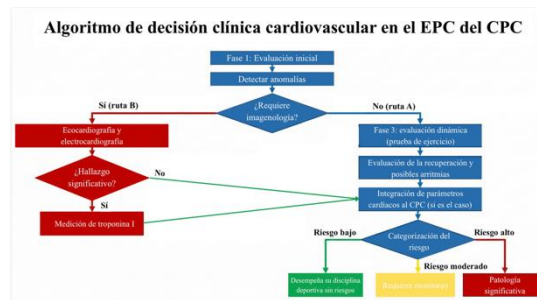


Figura 3. El flujograma integra hallazgos del examen físico, evaluación ecocardiográfica y medición de Troponina I para determinar la aptitud deportiva. Se definen tres niveles de riesgo (estándar, moderado y alto) basados en la remodelación cardíaca y la presencia de

TRABAJO DE GRADO

Opción Revisión de tema

arritmias.

Fuente: Elaboración propia basada en los criterios de Posada Arias (2016) y Navas de Solis (2025).

Conclusión.

La evaluación cardiovascular en el EPC debe evolucionar de una práctica subjetiva hacia un protocolo estandarizado. La revisión de la literatura confirma que la auscultación en reposo es insuficiente para detectar patologías subclínicas que comprometen la seguridad del binomio y la inversión económica (Shelton et al., 2025).

Asimismo, se evidenció que la extrapolación de rangos internacionales es inadecuada para el contexto nacional. La validación del CPC como un atleta de metabolismo predominantemente aeróbico y esfuerzo submáximo (Massie et al., 2025) exige la interpretación de la ecocardiografía y la electrocardiografía dinámica bajo parámetros raciales específicos (Posada Arias et al., 2016), integrando además biomarcadores sensibles como la Troponina I para descartar daño miocárdico oculto.

Finalmente, la propuesta de un algoritmo de decisión clínica, sustentado en esta evidencia retrospectiva y las guías ACVIM (Reef et al., 2014), constituye una herramienta necesaria y viable. Su implementación permitirá al médico veterinario emitir un pronóstico deportivo responsable, objetivando la distinción entre la adaptación fisiológica del atleta y las alteraciones de alto riesgo.

Declaración de conflictos de intereses.

El autor declara no tener conflictos de intereses financieros o personales que influyan en el contenido de este manuscrito.

Uso de inteligencia artificial

Durante la preparación de este manuscrito, se utilizó inteligencia artificial como herramienta de apoyo exclusivamente para la corrección de estilo, mejora de la fluidez gramatical y estructuración lógica de los párrafos. Todo el contenido científico, la selección de referencias bibliográficas y el análisis crítico de la información fueron realizados y verificados por el autor.

Referencias

1. Reef, V. B., Bonagura, J., Buhl, R., McGurrin, M. K. J., Schwarzwald, C. C., van Loon, G., & Young, L. E. (2014). ACVIM consensus statement: Recommendations for management of equine athletes with cardiovascular abnormalities. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 28(3), 749–761. <https://doi.org/10.1111/jvim.12340>
2. ter Woort, F., Reef, V., Stefanovski, D., & Slack, J. (2022). Cardiac pre-purchase examination in horses – evaluation, outcome and athletic follow-up. *Equine Veterinary Education*, 34(10), 530–538. <https://doi.org/10.1111/eve.13507>
3. Reef, V. B. (2019). Assessment of the cardiovascular system in horses during prepurchase and insurance examinations. *The Veterinary*

TRABAJO DE GRADO
Opción Revisión de tema

- Clinics of North America. *Equine Practice*, 35(1), 191–204.
<https://doi.org/10.1016/j.cveq.2018.11.002>
4. Shelton, A. V., Tupper, J., & Bolt, D. M. (2025). Prejudicial findings regarding suitability for intended purpose during pre-purchase examinations in a mixed horse population-A retrospective observational study in the United Kingdom. *Equine Veterinary Journal*, 57(1), 153–159.
<https://doi.org/10.1111/evj.14061>
 5. Lightowler, C., Piccione, G., Giudice, E., del Olmo, G. R., & Cattaneo, M. L. (2004). Echocardiography and electrocardiography as means to evaluate potential performance in horses. *Journal of Veterinary Science*, 5(3), 259–262.
<https://doi.org/10.4142/jvs.2004.5.3.259>
 6. Imhasly, A., Tschudi, P. R., Lombard, C. W., & Gerber, V. (2010). Clinical and echocardiographic features of mild mitral valve regurgitation in 108 horses. *Veterinary Journal* (London, England: 1997), 183(2), 166–171.
<https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2009.01.020>
 7. Ven, S., Decloedt, A., Van Der Vekens, N., De Clercq, D., & van Loon, G. (2016). Assessing aortic regurgitation severity from 2D, M-mode and pulsed wave Doppler echocardiographic measurements in horses. *Veterinary Journal* (London, England: 1997), 210, 34–38.
<https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2016.01.011>
 8. Decloedt, A., Van Steenkiste, G., Vera, L., Buhl, R., & van Loon, G. (2020). Atrial fibrillation in horses part 1: Pathophysiology. *Veterinary Journal* (London, England: 1997), 263(105521), 105521.
<https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2020.105521>
 9. Mira Hernández, J., Posada Arias, S., Castillo Franz, C. A., & Saldarriaga Restrepo, A. (2016). Parámetros electrocardiográficos en caballos de raza Criollo Colombiano, pacientes de un establecimiento veterinario de Antioquia, Colombia. *Revista de medicina veterinaria*, 32, 39.
<https://doi.org/10.19052/mv.3854>
 10. Shih, A. C. (2019). Cardiac monitoring in horses. *The Veterinary Clinics of North America. Equine Practice*, 35(1), 205–215.
<https://doi.org/10.1016/j.cveq.2018.12.003>
 11. Foreman, J. H., Tennent-Brown, B. S., Oyama, M. A., & Sisson, D. D. (2025). Plasma cardiac troponin-I concentration in normal horses and in horses with cardiac abnormalities. *Animals: An Open Access Journal From MDPI*, 15(1), 92.
<https://doi.org/10.3390/ani15010092>
 12. Posada Arias, S., Mira Hernández, J., Castillo Franz, C. A., & Vélez Mejía, M. (2016). Estudio cuantitativo de algunas medidas ecocardiográficas en caballos

TRABAJO DE GRADO

Opción Revisión de tema

- Criollo Colombiano. *Revista de medicina veterinaria*, 32, 91. <https://doi.org/10.19052/mv.3858>
13. Vernemmen, I., Vera, L., Van Steenkiste, G., van Loon, G., & Decloedt, A. (2020). Reference values for 2-dimensional and M-mode echocardiography in Friesian and Warmblood horses. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 34(6), 2701–2709. <https://doi.org/10.1111/jvim.15938>
 14. Selecky, M. E., Louie, E. W., Donnelly, C., Finno, C. J., & Morgan, J. M. (2025). Reference values and association of body weight, age, and sex with echocardiographic measurements in non-athletic Quarter Horses. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 39(5), e70237. <https://doi.org/10.1111/jvim.70237>
 15. Young, L. E., Rogers, K., & Wood, J. L. N. (2008). Heart murmurs and valvular regurgitation in thoroughbred racehorses: epidemiology and associations with athletic performance. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 22(2), 418–426. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2008.0053.x>
 16. Schwarzwald, C. C. (2019). Equine echocardiography. *The Veterinary Clinics of North America. Equine Practice*, 35(1), 43–64. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2018.12.008>
 17. Mokhber Dezfouli, M. R., Mozaffari, M., Tavanaeimanesh, H., & Vajhi, A. R. (2019). A survey on the prevalence of heart murmurs in polo horses. *Iranian Journal of Veterinary Medicine*, 13(2), 115–121. <https://doi.org/10.22059/ijvm.2019.270861.1004948>
 18. Vitale, V., Laurberg, M., van Galen, G., & van Loon, G. (2023). Limitations of transthoracic echocardiography in equine patients. *Veterinary Medicine and Science*, 9(4), 1618–1620. <https://doi.org/10.1002/vms3.906>
 19. Navas de Solis, C., Solomon, C., Durando, M., & Stefanovski, D. (2025). Electrocardiograms from different types of exercise in Eventing horses with and without cardiac signs. *Equine Veterinary Journal*, 57(4), 991–1000. <https://doi.org/10.1111/evj.14449>
 20. Chope, K. B. (2018). Cardiac/cardiovascular conditions affecting sport horses. *The Veterinary Clinics of North America. Equine Practice*, 34(2), 409–425. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2018.04.001>
 21. Maas, L. T., Louie, E. W., Finno, C. J., Donnelly, C. G., Stern, J. A., Hill, A. E., & Morgan, J. M. (2025). Cardiac arrhythmia prevalence and risk factors in 24-h electrocardiograms of sedentary horses. *Equine Veterinary Journal*, evj.14543. <https://doi.org/10.1111/evj.14543>
 22. Patteson, M. (2010). Prepurchase examination in horses: detection and significance of heart murmurs. *In Practice*, 32(9), 438–

TRABAJO DE GRADO

Opción Revisión de tema

443.
<https://doi.org/10.1136/inp.c5312>
23. Werner, H. W. (2012). Prepurchase examination in ambulatory equine practice. *The Veterinary Clinics of North America. Equine Practice*, 28(1), 207–247.
<https://doi.org/10.1016/j.cveq.2012.03.001>
24. Zucca, E., Ferrucci, F., Croci, C., Di Fabio, V., Zaninelli, M., & Ferro, E. (2008). Echocardiographic measurements of cardiac dimensions in normal Standardbred racehorses. *Journal of Veterinary Cardiology: The Official Journal of the European Society of Veterinary Cardiology*, 10(1), 45–51.
<https://doi.org/10.1016/j.jvc.2008.04.002>
25. Serrano, D. A., Peña, L. C., & Vega, F. E. (2011). Incidencia de alteraciones cardiovasculares en caballos criollos colombianos mediante diagnóstico ecocardiográfico. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 4(1), 61–68.
26. van Loon, G. (2019). Cardiac arrhythmias in horses. *The Veterinary Clinics of North America. Equine Practice*, 35(1), 85–102.
<https://doi.org/10.1016/j.cveq.2018.12.004>
27. Ibrahim, L., Vernemmen, I., Buschmann, E., van Loon, G., & Cornillie, P. (2025). Morphological variations of the interatrial septum and potential implications in equine cardiology. *Scientific Reports*, 15(1), 16500.
<https://doi.org/10.1038/s41598-025-01387-3>
28. Hövener, J., Pokar, J., Merle, R., & Gehlen, H. (2021). Association between cardiac auscultation and echocardiographic findings in warmblood horses. *Animals: An Open Access Journal From MDPI*, 11(12), 3463.
<https://doi.org/10.3390/ani11123463>
29. Cabrera, A. M. Z., Soto, M. J. C., Aranzales, J. R. M., Valencia, N. M. C., & Gutiérrez, M. P. A. (2021). Blood lactate concentrations and heart rates of Colombian Paso horses during a field exercise test. *Veterinary and Animal Science*, 13(100185), 100185.
<https://doi.org/10.1016/j.vas.2021.100185>
30. Massie, S., Vega, L. C. C., Zuluaga-Cabrera, A. M., Bayly, W. M., & Léguillette, R. (2025). Colombian Criollo horses' trot, trocha, and gallop are submaximal oxygen consumption gaits with unique locomotory-respiratory coupling. *American Journal of Veterinary Research*, 86(10), 1–7.
<https://doi.org/10.2460/ajvr.25.04.0151>
31. Marr, C., & Bowen, M. (Eds.). (2011). *Cardiology of the horse*. Elsevier Health Sciences UK.

Anexos

Anexo A. Algoritmo de decisión clínica cardiovascular en el EPC del CPC (formato PDF para impresión).