

INDICADORES DE DOLOR E INFLAMACIÓN EN EQUINOS: REVISIÓN DE LITERATURA EN MEDICINA DEPORTIVA

PAIN AND INFLAMMATION INDICATORS IN EQUINES: A SPORTS MEDICINE LITERATURE REVIEW

Doménica Bollorino-Montoya ^{1*}

¹ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Guayaquil. Ecuador. ORCID:
<https://orcid.org/0009-0005-6270-0592>. Correo: domenica.bollorinom@ug.edu.ec

Nathalia Santos-Bajaña ²

² Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Guayaquil. Ecuador. ORCID:
<https://orcid.org/0009-0005-5646-8707>. Correo: nathalia.santosb@ug.edu.ec

Gloria Mieles-Soriano ³

³ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Agraria del Ecuador, Ecuador. ORCID:
<https://orcid.org/0000-0002-3216-6596>. Correo: [gmieles@uagraria.edu.ec](mailto:g mieles@uagraria.edu.ec)

Iván González-Puetate ⁴

⁴ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Guayaquil. Fauna, Conservation and Global Health Research Group, Universidad Regional Amazónica IKIAM – Ecuador. ORCID:
<https://orcid.org/0000-0001-9930-0617>. Correo: ivan.gonzalezp@ug.edu.ec

* Autor para correspondencia: ivan.gonzalezp@ug.edu.ec

Resumen

La detección y manejo del dolor musculoesquelético en equinos deportivos constituye un reto clínico debido a la tendencia del caballo a ocultar el dolor. Esta revisión aborda la integración de enfoques clínicos, etológicos y moleculares para optimizar el diagnóstico y bienestar del caballo atleta. Se presentan los principales indicadores diagnósticos, incluyendo escalas conductuales validadas como la *Horse Grimace Scale* (HGS) y EQUUS-FAP, que evalúan expresiones faciales y comportamiento. Para complementar la evaluación, se analizan biomarcadores como la proteína de fase aguda *Serum Amyloid A* (SAA) y el *biglycan neo-epitope* BGN262, este último útil para detectar daño osteoarticular subclínico. En el ámbito terapéutico, se revisan estrategias de medicina regenerativa como el uso de plasma rico en plaquetas (PRP), células madre

mesenquimales (MSC) y sus vesículas extracelulares (EVs), con beneficios en la regeneración tisular y modulación de la inflamación. Se incluye el uso de antioxidantes como la astaxantina y técnicas físicas complementarias como la laserterapia y ondas de choque. La integración de herramientas objetivas de evaluación con tratamientos regenerativos personalizados es el enfoque recomendado para optimizar el rendimiento y prevenir recurrencias en equinos deportivos. Este artículo ofrece una base científica útil para clínicos e investigadores en medicina deportiva equina.

Palabras clave: caballos deportivos; dolor animal; evaluación clínica; indicadores biológicos; medicina regenerativa

Abstract

The detection and management of musculoskeletal pain in sport horses constitutes a clinical challenge due to the horse's tendency to conceal pain. This review addresses the integration of clinical, ethological, and molecular approaches to optimize the diagnosis and welfare of the athletic horse. The main diagnostic indicators are presented, including validated behavioral scales such as the Horse Grimace Scale (HGS) and EQUUS-FAP, which evaluate facial expressions and behavior. To complement the assessment, biomarkers are analyzed, such as the acute-phase protein Serum Amyloid A (SAA) and the biglycan neo-epitope BGN262, the latter being useful for detecting subclinical osteoarticular damage. In the therapeutic field, regenerative medicine strategies are reviewed, such as the use of platelet-rich plasma (PRP), mesenchymal stem cells (MSC), and their extracellular vesicles (EVs), which offer benefits in tissue regeneration and inflammation modulation. The use of antioxidants like astaxanthin and complementary physical techniques such as laser therapy and shock waves are also included. The integration of objective evaluation tools with personalized regenerative treatments is the recommended approach to optimize performance and prevent recurrences in sport horses. This article offers a useful scientific foundation for clinicians and researchers in equine sports medicine.

Keywords: animal pain; biological markers; clinical assessment; regenerative medicine; sport horses

Fecha de recibido: 22/08/2025

Fecha de aceptado: 14/11/2025

Fecha de publicado: 20/11/2025

Introducción

El dolor musculoesquelético en equinos deportistas constituye un reto clínico debido a la naturaleza etológica del caballo, la variabilidad de signos clínicos y la dificultad de una evaluación objetiva. Como animales presa, los caballos tienden a ocultar el dolor, dificultando su detección oportuna (Rojas et al., 2024). Esta condición, sumada a las exigencias del entrenamiento y la competición, convierte al dolor y la inflamación en factores clave para el rendimiento y bienestar animal.

Las principales estructuras afectadas incluyen tendones, ligamentos, articulaciones y músculos, con patologías frecuentes como tendinopatías del flexor digital superficial, osteoartritis y fracturas por estrés, asociadas al sobreuso (Peng et al., 2025; Domańska-Kruppa et al., 2024). El diagnóstico del dolor sigue siendo complejo, ya que no existe una única herramienta definitiva. Por ello, se han desarrollado escalas conductuales como la *Horse Grimace Scale* (HGS), EQUUS-FAP y la *Horse Chronic Pain Scale* (HCPS), basadas en expresiones faciales y comportamiento (Ferlini et al., 2023; Ask et al., 2022). Estas herramientas son de particular importancia en el entorno clínico regional debido a su bajo costo y alta accesibilidad, permitiendo una evaluación inicial objetiva a pesar de las limitaciones de infraestructura para diagnósticos avanzados. Sin embargo, estas pueden verse influenciadas por la experiencia del observador y la subjetividad (Kim & Cho, 2023).

Para complementar estas herramientas, se han propuesto biomarcadores como el *Serum Amyloid A* (SAA), el fibrinógeno y el *biglycan neo-epitope* BGN262, que permiten detectar inflamación y daño subclínico (Sack, 2020; Adepu et al., 2022). Su combinación con pruebas de imagen y análisis biomecánicos mejora la precisión diagnóstica. En los últimos años han surgido tecnologías innovadoras como sensores inerciales y termografía infrarroja, cuya implementación representa un desafío y una oportunidad para la medicina deportiva equina en la región.

En los últimos años han surgido tecnologías innovadoras como sensores inerciales, plataformas de presión y termografía infrarroja, que permiten identificar asimetrías de movimiento, cambios térmicos e irregularidades en la marcha antes de que se evidencien clínicamente (Soiluva et al., 2023). Estas herramientas objetivas han cobrado relevancia en la medicina deportiva equina.

Desde el enfoque terapéutico, se han incorporado estrategias de medicina regenerativa como el uso de plasma rico en plaquetas (PRP), células madre mesenquimales (MSC) y vesículas extracelulares (EVs), con beneficios en la regeneración y modulación de la inflamación (Camargo Garbin et al., 2021; Elashry et al., 2024). A ello se suma la suplementación con antioxidantes como la astaxantina, que ha mostrado efectos antiinflamatorios y protectores musculares en equinos sometidos a ejercicio intenso (Giercuskiewicz-Hecold et al., 2024).

Actualmente, se promueve un enfoque multimodal que integra terapias físicas (como laserterapia y ondas de choque), biotecnología y etología aplicada en programas de rehabilitación y prevención. Además, se reconoce el valor del comportamiento en establo como indicador de dolor, siendo relevantes signos como el shifting weight o la reducción de la actividad, que se asocian con dolor bilateral (Egan et al., 2021; Nowak et al., 2024).

Esta revisión tiene como objetivo presentar los avances más relevantes en el diagnóstico y tratamiento del dolor musculoesquelético en equinos deportistas, integrando escalas clínicas, biomarcadores y tecnologías emergentes para mejorar el bienestar y el rendimiento en el deporte ecuestre. Además, busca orientar al clínico veterinario regional en la selección e integración de estas herramientas bajo las condiciones y recursos disponibles localmente.

Materiales y métodos

Se realizó una revisión narrativa de literatura indexada en bases de datos como PubMed, Scopus y ScienceDirect. Se seleccionaron estudios entre 2020 y 2025 centrados en indicadores de dolor musculoesquelético e inflamación en equinos, así como estrategias terapéuticas emergentes. Se incluyeron artículos en español e inglés, priorizando revisiones sistemáticas, estudios clínicos y ensayos experimentales.

Resultados y discusión

Indicadores clínicos y semiológicos del dolor musculoesquelético

La expresión del dolor en los equinos se manifiesta de forma multifactorial, abarcando desde alteraciones en la marcha hasta cambios conductuales sutiles. En términos semiológicos, los signos más frecuentes incluyen cojera, descarga de peso, rigidez postural, y rechazo al contacto. En la región dorso-lumbar, el dolor puede evidenciarse mediante espasmos musculares, lordosis y respuestas evasivas durante la palpación (Domańska-Kruppa et al., 2024). La observación de conductas de evitación ante la monta o durante el trabajo en pista también es relevante para el diagnóstico clínico.

El examen físico debe incluir la inspección estática y dinámica, palpación, movilización articular pasiva y maniobras de provocación. El test de flexión, aunque útil, debe interpretarse con cautela debido a su baja especificidad. Por su parte, el test de extensión de la articulación metacarpofalángica o de presión sobre el tendón digital superficial pueden ayudar a localizar la fuente del dolor (Soiluva et al., 2023).

- **Herramientas conductuales para la evaluación del dolor**

Las escalas conductuales y faciales se han convertido en métodos complementarios fundamentales. *La Horse Grimace Scale* (HGS), desarrollada para identificar microexpresiones faciales asociadas al dolor, evalúa parámetros como la tensión ocular, posición de las orejas, aplanamiento de la nariz y mentón. Estas expresiones, si bien están influenciadas por estímulos externos, se han validado en diferentes contextos clínicos (Ferlini Agne et al., 2023).

La escala EQUUS-FAP (*Facial Assessment of Pain*) integra parámetros faciales con la evaluación del estado de alerta y reacciones al contacto físico, lo cual mejora su aplicabilidad en entornos clínicos y hospitalarios. Estudios recientes han confirmado su utilidad tanto en el dolor visceral (cólico) como en el ortopédico (Ask et al., 2024).

Biometría y análisis fisiológicos como el análisis de patrones de movimiento mediante sensores inerciales, plataformas de fuerza y cámaras de análisis tridimensional han permitido cuantificar alteraciones locomotoras relacionadas con el dolor. Estas tecnologías detectan asimetrías de desplazamiento vertical en la cabeza y pelvis que no son perceptibles visualmente (Soiluva et al., 2023).

Además, el *shifting weight* —transferencia repetida de peso entre las extremidades— y el aumento del tiempo en decúbito pueden ser señales indirectas de malestar (Nowak et al., 2024). En ambientes hospitalarios, estas manifestaciones deben ser registradas sistemáticamente para orientar el tratamiento.

- **Biomarcadores inflamatorios**

La evaluación bioquímica ha ganado protagonismo con la incorporación de proteínas de fase aguda como el *Serum Amyloid A* (SAA) y el fibrinógeno. El SAA es especialmente útil por su rápida cinética y sensibilidad

a procesos inflamatorios sistémicos, mientras que el fibrinógeno, aunque inespecífico, se mantiene elevado en inflamaciones crónicas (Sack, 2020; Zuluaga Cabrera et al., 2022).

El *biglycan neo-epitope* BGN262 ha sido propuesto como un marcador innovador para el daño osteoarticular subclínico, permitiendo intervenciones preventivas en caballos asintomáticos pero sometidos a alta exigencia física (Adepu et al., 2022). Este biomarcador ofrece una alternativa diagnóstica temprana antes de que se produzcan cambios radiológicos visibles. La estandarización de los valores de referencia (puntos de corte) para el SAA y el fibrinógeno es crítica para la interpretación en caballos de diferentes disciplinas y condiciones de manejo locales.

- **Vesículas extracelulares y biología molecular.**

La investigación en medicina veterinaria ha demostrado que las vesículas extracelulares (EVs) contienen proteínas, microARNs y lípidos que reflejan procesos inflamatorios y degenerativos en tejidos articulares. Entre los microARNs más representativos se encuentran el miR-146a, miR-155 y miR-223, relacionados con citocinas proinflamatorias como IL-1 β , IL-6 y TNF- α (Elashry et al., 2024).

Estos biomarcadores pueden ser detectados en fluidos sinoviales o sangre, lo que los convierte en herramientas mínimamente invasivas y de alto valor predictivo. Su uso potencial se extiende al seguimiento terapéutico y pronóstico de patologías como la osteoartritis equina.

- **Estrategias terapéuticas modernas.**

Los tratamientos actuales apuntan a promover la regeneración tisular y modular la inflamación. El uso de PRP se ha popularizado por su capacidad para acelerar la cicatrización y mejorar la arquitectura colagénica del tendón lesionado. Este concentrado autólogo de plaquetas, rico en factores de crecimiento, ha mostrado buenos resultados en la rehabilitación de tendinopatías y lesiones articulares (Camargo Garbin et al., 2021).

Las células madre mesenquimales (MSC), extraídas de tejido adiposo o médula ósea, poseen un alto potencial inmunomodulador y de diferenciación. Su aplicación intraarticular o intratendinosa ha demostrado mejorar la integridad del colágeno tipo I, reducir la fibrosis y favorecer la neovascularización (Elashry et al., 2024).

De forma complementaria, las EVs derivadas de MSCs están siendo utilizadas como alternativa terapéutica sin células. Estas vesículas ofrecen los beneficios biológicos de las MSC sin los riesgos de rechazo o transformación tumoral. Su perfil estable en circulación las convierte en una opción prometedora para protocolos repetidos (Elashry et al., 2024). Su perfil estable las hace atractivas para el desarrollo de productos biológicos con mayor vida útil, facilitando su transporte y uso en centros veterinarios regionales.

- **Antioxidantes y terapias físicas complementarias.**

El empleo de antioxidantes como la astaxantina se ha explorado como estrategia para mitigar el estrés oxidativo inducido por el ejercicio. Este carotenoide ha demostrado disminuir los niveles de creatina quinasa (CK) y lactato deshidrogenasa (LDH), marcadores de daño muscular en caballos de carrera o de alta exigencia, contribuyendo así al mantenimiento del rendimiento (Giercuskiewicz-Hecold et al., 2024).

En cuanto a terapias físicas, la laserterapia y las ondas de choque extracorpóreas han demostrado beneficios en la reducción del dolor, aumento de la microcirculación y estimulación de la regeneración tisular (Partridge et al., 2023). Estas técnicas son aplicables en protocolos de rehabilitación tanto aguda como crónica.

- **Integración de un enfoque multidimensional.**

La evidencia sugiere que la mejor estrategia para abordar el dolor e inflamación en equinos es una combinación de técnicas clínicas, moleculares y terapéuticas. El uso simultáneo de escalas de evaluación, análisis de biomarcadores y terapias regenerativas personalizadas permite una atención más precisa y eficaz del caballo atleta. La integración de estos elementos en programas de manejo deportivo puede mejorar no solo la recuperación, sino también prevenir recurrencias y optimizar el bienestar a largo plazo (Van Loon & Macri, 2021).

Tabla 1. Resumen de las herramientas y estrategias para el manejo del dolor musculoesquelético en equinos

Categoría	Herramienta/Técnica	Propósito	Ventajas
Biología molecular	EVs, miR-146a, miR-155, miR-223	Diagnóstico precoz y seguimiento molecular	Alta sensibilidad y especificidad
Terapias regenerativas	PRP, MSC, EVs derivadas de MSC	Regeneración de tejidos dañados	Favorece la cicatrización natural
Antioxidantes	Astaxantina	Reducir estrés oxidativo y daño muscular	Complemento nutricional efectivo
Terapias físicas	Laserterapia, ondas de choque extracorpóreas	Aliviar dolor y estimular regeneración	No invasiva, aplicable en rehabilitación

La evaluación del dolor musculoesquelético en equinos ha evolucionado de un enfoque puramente observacional hacia una perspectiva clínica y científica integral. La incorporación de métodos como la inspección física, escalas conductuales validadas, biomarcadores inflamatorios y tecnologías de análisis molecular ha mejorado notablemente la precisión diagnóstica. Combinadas con estrategias terapéuticas innovadoras —como el uso de plasma rico en plaquetas, células madre, vesículas extracelulares, antioxidantes y terapias físicas— estas herramientas permiten establecer protocolos individualizados adaptados a la disciplina, carga física y condición de cada caballo. Esta integración optimiza los resultados clínicos, reduce la recurrencia de lesiones y mejora sustancialmente el bienestar del caballo atleta.

Conclusiones

Los hallazgos de esta revisión reflejan una transformación sustancial en la forma en que se diagnostica y maneja el dolor musculoesquelético en equinos deportivos. La aplicación de escalas conductuales validadas, complementadas por biomarcadores sensibles y tecnologías de análisis biomecánico, ha permitido una detección más temprana y precisa del dolor, lo que se traduce en decisiones clínicas más informadas.

Además, las estrategias terapéuticas han dejado atrás el enfoque puramente farmacológico para dar paso a intervenciones regenerativas, como el PRP, las células madre mesenquimales y sus vesículas extracelulares.

Estas terapias, junto con el uso de antioxidantes y modalidades físicas no invasivas, ofrecen opciones seguras y eficaces que mejoran los resultados clínicos y reducen el tiempo de recuperación.

Se concluye que la medicina deportiva equina debe adoptar un enfoque multidimensional que integre la evaluación clínica, molecular y conductual del dolor. Para el contexto regional, esto implica priorizar el entrenamiento en el uso de escalas conductuales (HGS, EQUUS-FAP) como herramientas de primera línea y la integración de terapias regenerativas accesibles (PRP), junto con el uso de suplementos como la astaxantina.

La personalización de los tratamientos según la disciplina deportiva, historial médico y respuesta del animal es clave para optimizar el bienestar, prevenir recaídas y prolongar la vida atlética del equino. Futuras investigaciones deberán centrarse en la validación de nuevos biomarcadores, la estandarización de protocolos terapéuticos y la incorporación de herramientas digitales para el monitoreo remoto de la salud musculoesquelética equina.

Referencias

- Adepu, S., Ekman, S., Leth, J., Johansson, U., Lindahl, A., & Skiöldebrand, E. (2022). Biglycan neo-epitope (BGN262), a novel biomarker for screening early changes in equine osteoarthritic subchondral bone. *The Veterinary Journal*, 288, 105938. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2022.07.005>
- Ask, K., Andersen, P. H., Tamminen, L.-M., Rhodin, M., & Hernlund, E. (2022). Performance of four equine pain scales and their association to movement asymmetry in horses with induced orthopedic pain. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 938022. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.938022>
- Ask, K., Rhodin, M., Rashid-Engström, M., Hernlund, E., & Andersen, P. H. (2024). Changes in the equine facial repertoire during different orthopedic pain intensities. *Scientific Reports*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-50383-y>
- Camargo Garbin, L., Lopez, C., & Carmona, J. U. (2021). A critical overview of the use of platelet-rich plasma in equine medicine over the last decade. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 641818. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.641818>
- Domańska-Kruppa, N., Wierzbicka, M., & Stefanik, E. (2024). Advances in clinical diagnostics to equine back pain: A review of imaging and functional modalities. *Animals*, 14(5), 698. <https://doi.org/10.3390/ani14050698>
- Egan, S., Kearney, C. M., Brama, P. A. J., Parnell, A. C., & McGrath, D. (2021). Exploring stable-based behaviour and behaviour switching for the detection of bilateral pain in equines. *Applied Animal Behaviour Science*, 235, 105214. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2021.105214>
- Elashry, M. I., Speer, J., De Marco, I., Klymiuk, M. C., Wenisch, S., & Arnhold, S. (2024). Extracellular vesicles: A novel diagnostic tool and potential therapeutic approach for equine osteoarthritis. *Current Issues in Molecular Biology*, 46(11), 13078–13104. <https://doi.org/10.3390/cimb46110780>
- Ferlini Agne, G., May, B. E., Lovett, A., Simon, O., Steel, C., Santos, L., ... & Franklin, S. (2023). Horse Grimace Scale does not detect pain in horses with equine gastric ulcer syndrome. *Animals*, 13(10), 1623. <https://doi.org/10.3390/ani13101623>

- Giercuskiewicz-Hecold, B., Kulka, M., Czopowicz, M., et al. (2024). Astaxanthin supplementation does not alter training-related changes in inflammatory cytokine profile in Arabian racing horses. *Antioxidants*, 13(8), 905. <https://doi.org/10.3390/antiox13080905>
- Kim, S. M., & Cho, G. J. (2023). Análisis de diversas expresiones faciales de caballos como indicador de bienestar mediante aprendizaje profundo. *Ciencias Veterinarias*, 10(4), 283. <https://doi.org/10.3390/vetsci10040283>
- Nowak, M., Martin-Cirera, A., Jenner, F., & Auer, U. (2024). Time budgets and weight shifting as indicators of pain in hospitalized horses. *Frontiers in Pain Research*, 5, 1410302. <https://doi.org/10.3389/fpain.2024.1410302>
- Partridge, E., Adam, E., Wood, C., et al. (2023). Residual effects of intra-articular betamethasone and triamcinolone acetonide in an equine acute synovitis model. *Equine Veterinary Journal*, 55(5), 905–915. <https://doi.org/10.1111/evj.13899>
- Peng, X., Chen, X., Zhang, Y., et al. (2025). Advances in the pathology and treatment of osteoarthritis. *Journal of Advanced Research*. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2025.01.053>
- Rojas, D. M., Orihuela, A., Strappini, A. C., et al. (2024). Comprendiendo el dolor animal: Fundamentos asociados al comportamiento y optimización del bienestar animal. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, 24(48), 133–158.
- Sack, G. H., Jr. (2020). Proteínas de amiloide sérico A (SAA). En J. M. W. Slack (Ed.), *Bioquímica de subcélulas* (Vol. 94, pp. 421–436). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-41769-7_17
- Siemińska, I., & Arent, Z. (2024). What we know about alterations in immune cells during sepsis in veterinary animals? *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 274, 110804. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2024.110804>
- Soiluva, J., Häyrynen, L., Gangini, G., et al. (2023). Comparison of asymmetry during trot in-hand with evaluations of discomfort and pain in horses while exercised. *Journal of Equine Veterinary Science*, 126, 104282. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2023.104282>
- Van Loon, J. P. A. M., & Macri, L. (2021). Objective assessment of chronic pain in horses using the Horse Chronic Pain Scale (HCPS): A scale-construction study. *Animals*, 11(6), 1826. <https://doi.org/10.3390/ani11061826>
- Zuluaga Cabrera, A. M., Casas Soto, M. J., et al. (2022). Parámetros hematológicos, bioquímicos y endocrinos en la respuesta aguda al ejercicio de intensidad creciente en caballos de Paso colombianos. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 13(1), 211–224. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i1.5882>