

TRABAJO DE GRADO
Opción Revisión de tema

Hidroterapia para la Rehabilitación Funcional de Lesiones Musculoesqueléticas en Equinos de Deporte: Una Revisión de literatura

María Camila Ramírez Rivera¹, Luis Ricardo Albarracín M²

Resumen

En equinos de deporte, las lesiones musculoesqueléticas constituyen una de las causas más importantes de pérdida de rendimiento y retiro temporal o definitivo de la vida deportiva, estas lesiones son el resultado de las altas cargas de trabajo, así como también el impacto repetitivo en ciertas estructuras, asociado a su biomecánica y a su disciplina deportiva. Teniendo en cuenta eso, la hidroterapia representa una herramienta importante en los planes de rehabilitación, esto debido a sus beneficios en la modulación de la carga mecánica sobre estructuras musculoesqueléticas, reducción del impacto y mejora del movimiento controlado y postura en diferentes fases de la recuperación.

El objetivo de esta revisión de literatura fue analizar la evidencia científica disponible sobre los efectos biomecánicos, fisiológicos y clínicos de la hidroterapia en la rehabilitación de lesiones musculoesqueléticas en equinos de deporte, así como describir sus principales modalidades de aplicación, ventajas y contraindicaciones. Para esto, se realizó una revisión de literatura que incluyó estudios experimentales, clínicos y revisiones previas obtenidos de bases de datos como PubMed, Scopus, ScienceDirect y Google Scholar, publicados entre 2006 y 2026, de los cuales 31 artículos cumplieron con los criterios de inclusión.

En presente revisión, se evidencia que la hidroterapia, a través de modalidades como la caminadora subacuática, la natación y el hidromasaje, produce beneficios en la rehabilitación, incluyendo la disminución de la carga sobre estructuras osteoarticulares, mejora del rango de movimiento, activación y fortalecimiento muscular, y efectos positivos en la propiocepción y acondicionamiento cardiovascular. Sin embargo, estos efectos varían según la modalidad, la profundidad del agua y el tipo de lesión, siendo esencial una correcta individualización del tratamiento. Así mismo, se identificaron limitaciones en la literatura, principalmente relacionadas con el tamaño de la muestra, falta de protocolos estandarizados y falta de artículos recientes.

¹ MV. Universidad de la Salle. Aspirante al título de especialista en Medicina deportiva 1
Equina Corporación Universitaria Remington, maria.ramirez.8461@miremington.edu.co.

² MVZ. ESP. Centro Universitario de Jaguariuna Sp-Brasil. Docente Tiempo Completo
Corporación Universitaria Remington. luis.albarracin@uniremington.edu.co.

TRABAJO DE GRADO
Opción Revisión de tema

En conclusión, la hidroterapia representa una herramienta complementaria útil en la rehabilitación funcional de lesiones musculoesqueléticas en equinos de deporte, la cual optimiza el proceso de rehabilitación funcional y disminuye los efectos adversos del reposo prolongado. No obstante, se hacen necesarias más investigaciones sólidas que permitan establecer protocolos basados en evidencia para la aplicación de la hidroterapia.

Palabras Clave: *Equinos de deporte; hidroterapia; lesiones musculoesqueléticas; rehabilitación funcional; fisioterapia equina.*

Abstract

Musculoskeletal injuries are a major cause of decreased performance and temporary or permanent withdrawal in sport horses, primarily due to repetitive impact and significant biomechanical loading associated with locomotion. In this context, hydrotherapy has emerged as a valuable tool in functional rehabilitation programs, as it allows load modulation, impact reduction, and controlled movement during different stages of recovery.

The aim of this literature review was to analyze the available scientific evidence regarding the biomechanical, physiological, and clinical effects of hydrotherapy in the rehabilitation of musculoskeletal injuries in sport horses, as well as to describe its main application modalities, advantages, and contraindications. A literature review was conducted including experimental studies, clinical trials, and previous reviews retrieved from databases such as PubMed, Scopus, ScienceDirect, and Google Scholar, published between 2006 and 2026. A total of 31 articles met the inclusion criteria.

Findings indicate that hydrotherapy modalities such as underwater treadmill exercise, swimming, and hydro-massage provide significant rehabilitation benefits, including reduced mechanical load on musculoskeletal structures, improved range of motion, enhanced muscle activation and strengthening, as well as positive effects on proprioception and cardiovascular conditioning. However, outcomes vary depending on the modality, water depth, and type of injury, highlighting the importance of individualized treatment protocols. Additionally, limitations in the current literature were identified, particularly related to small sample sizes and the lack of standardized rehabilitation protocols.

In conclusion, hydrotherapy represents an effective complementary tool for the functional rehabilitation of musculoskeletal injuries in sport horses, contributing to improved recovery and minimizing the negative effects of prolonged rest. Nevertheless, further research is required to establish evidence-based clinical protocols.



TRABAJO DE GRADO

Opción Revisión de tema

Keywords: *Equine physiotherapy; functional rehabilitation; hydrotherapy; musculoskeletal injuries; sport horses.*

Introducción.

Los equinos de deporte, independientemente de su disciplina, comparten un denominador común: su locomoción se basa en impactos repetitivos asociados a cargas biomecánicas significativas. Estas cargas pueden hacerlos susceptibles a la presentación de diferentes lesiones musculoesqueléticas que pueden llegar a comprometer de forma permanente o temporal su vida deportiva y afectar significativamente su rendimiento (Greco-Otto et al., 2019; Lenis-Alvarez et al., 2026).

Estas lesiones suelen presentarse cuando la carga de las extremidades es excesiva, rápida o repetitiva. A nivel osteoarticular, pueden evidenciarse cambios estructurales que favorecen la aparición de enfermedades degenerativas como la osteoartritis, así como fracturas y fisuras óseas. Por otra parte, en cuanto a tejidos blandos, son frecuentes tendinopatías, desmitis del ligamento suspensorio, lesiones musculares, entre otras patologías (Firth, 2006; Greco-Otto et al., 2019).

La presentación y el tipo de lesiones musculoesqueléticas pueden variar según la disciplina deportiva del caballo. Estas lesiones representan importantes pérdidas de tiempo de entrenamiento previo a

competencia para los caballos y constituyen un desafío importante para la medicina deportiva y rehabilitación equina, especialmente considerando que muchas de las lesiones requieren reposo y suspensión temporal de los entrenamientos convencionales (Buchner & Schildboeck, 2006).

Ante esta problemática, surge la necesidad de implementar estrategias de rehabilitación funcional con el fin de promover una recuperación efectiva y disminuir los periodos de reposo absoluto. La inactividad prolongada puede generar desacondicionamiento fisiológico y biomecánico, lo que a su vez comprometería su retorno seguro a la actividad deportiva (Alteneiji et al., 2020; Buchner & Schildboeck, 2006).

Dentro de las estrategias fisioterapéuticas, la hidroterapia ha adquirido creciente relevancia en la medicina deportiva equina. Puede prescribirse para el manejo de diferentes lesiones musculoesqueléticas primarias y para prevenir alteraciones secundarias derivadas de mecanismos compensatorios. Además, la hidroterapia permite disminuir la carga de peso sobre las extremidades y reducir el impacto asociado al ejercicio en superficies duras, facilitando que los equinos en fases tempranas de

TRABAJO DE GRADO

Opción Revisión de tema

recuperación puedan iniciar el movimiento de forma controlada (Grossi et al., 2024; Muñoz et al., 2019).

La hidroterapia permite aumentar el rango de movimiento articular, promover patrones biomecánicos normales que no serían posibles sobre suelo en caballos lesionados y mejorar la activación muscular. Así mismo, como se mencionó previamente contribuye a disminuir la incidencia de problemas secundarios derivados de una lesión primaria (King, 2016). Estos efectos se explican por las propiedades físicas del agua, entre las que destacan la flotabilidad, que reduce el impacto y el estrés sobre diferentes estructuras; la presión hidrostática; resistencia al movimiento; y la posibilidad de adaptar la temperatura del agua a las necesidades del paciente. En conjunto, estas propiedades permiten disminuir la carga sobre las articulaciones y los tejidos blandos, favoreciendo una activación muscular controlada (Gaulmin et al., 2025).

En consecuencia, dichas características desempeñan un importante rol en la rehabilitación musculoesquelética. El objetivo principal de la hidroterapia dentro de los programas de rehabilitación es favorecer una recuperación funcional más rápida, manteniendo la fuerza y la masa muscular, preservando una adecuada movilidad articular y reduciendo las consecuencias asociadas a periodos

prolongados de reposo (Gaulmin et al., 2025; Santosuosso et al., 2021).

Los efectos de la hidroterapia no son únicamente biomecánicos, ya que también genera diversas adaptaciones fisiológicas. Diferentes estudios han evaluado estas respuestas; por ejemplo, Kang et al. (2012) analizaron los cambios fisiológicos inducidos por el entrenamiento de natación en caballos de monta mestizos Jeju. Estas adaptaciones fisiológicas se manifiestan en distintos sistemas del organismo y, en su mayoría, representan beneficios adicionales asociados al uso de la hidroterapia. Entre ellos se incluyen modificaciones en la función cardiovascular, en la mecánica del sistema respiratorio y en diversos mecanismos metabólicos. En conjunto, estas adaptaciones pueden contribuir a mejorar la eficiencia fisiológica y el rendimiento deportivo del caballo tanto en el agua como en el ejercicio sobre el suelo (Giraudet et al., 2023; Nankervis & Williams, 2006).

En diferentes estudios se han evaluado diversas modalidades de hidroterapia, entre ellas la caminadora subacuática, la natación en piscinas de distintas configuraciones y las tinas con hidromasaje. Aunque cada modalidad presenta efectos específicos, en general se han evidenciado beneficios como el mantenimiento y mejora de la fuerza muscular, la preservación funcional de diferentes estructuras, el aumento de la resistencia cardiorrespiratoria y una

TRABAJO DE GRADO

Opción Revisión de tema

recuperación funcional posterior a lesiones (Gaulmin et al., 2025).

Si bien existen investigaciones al respecto, la evidencia científica aún es limitada. No obstante, el interés por implementar la hidroterapia como método de rehabilitación de lesiones musculoesqueléticas es cada vez mayor, lo cual puede llegar a ser un limitante a la hora de establecer y estandarizar protocolos de rehabilitación basados en evidencia sólida.

En este contexto, se hace necesario sintetizar y analizar la literatura disponible sobre la hidroterapia como método de rehabilitación en equinos de deporte. Por tal motivo, surge una pregunta importante, ¿Qué evidencia científica respalda el uso de la hidroterapia como herramienta en la rehabilitación funcional de lesiones musculoesqueléticas en equinos de deporte y cuáles son sus principales limitaciones clínicas? El objetivo de esta revisión de literatura es examinar la evidencia científica existente acerca de los efectos biomecánicos y clínicos de la hidroterapia, así como las diferentes técnicas de aplicación en la fisioterapia equina. Así mismo, se busca resaltar sus ventajas, posibles contraindicaciones e identificar vacíos en la literatura que orienten futuras investigaciones en el área.

Materiales y métodos.

El tipo de revisión realizada en el presente artículo fue una revisión de literatura científica, que se enfocó principalmente en la hidroterapia aplicada a la rehabilitación de lesiones musculoesqueléticas en equinos deportivos, la cual integra tanto estudios experimentales como también clínicos y revisiones anteriores con relevancia en el tema. Entre las bases de datos científicas y plataformas académicas que fueron consultadas se encuentran PubMed/MEDLINE, ScienceDirect, Scopus, Google Scholar y AGRIS / Web of science, las cuales permitieron acceder a diferentes tipos de literatura de carácter veterinario, fisiología y medicina deportiva equina.

En cuanto a los criterios de inclusión que se establecieron para seleccionar los artículos más adecuados para el presente trabajo, cabe resaltar que se utilizaron artículos publicados en revistas científicas revisadas por pares, lo que ayuda a garantizar que la información pasó por una revisión académica y brinda un rigor científico a cada una de las fuentes, adicionalmente se consultaron estudios relacionados con hidroterapia, rehabilitación, acondicionamiento en equinos, lesiones deportivas en equinos y fisiología del ejercicio en equinos, los artículos consultados fueron en su mayoría en inglés y español lo que facilita su comprensión y permite verificar la información que proporcionan, se utilizaron estudios fuentes de experimentales, clínicos o revisiones

TRABAJO DE GRADO

Opción Revisión de tema

con la información relacionada al tema del artículo que realizan un aporte con evidencia concreta sobre los efectos de la hidroterapia, también se dio prioridad a la información publicada entre los años 2006 y 2026.

Por otra parte los criterios de exclusión fueron principalmente estudios o fuentes que no se realicen en la especie equina como por ejemplo humanos u otras especies animales, artículos que no aporten información sobre hidroterapia, rehabilitación, lesiones deportivas o fisiología del ejercicio en equinos, artículos que no hayan pasado por una revisión académica o que tengan una baja validez científica como informes de blogs, noticias o conferencias no publicadas de forma formal lo cual ayuda a mantener un nivel académico y científico del presente trabajo.

La Búsqueda de las fuentes se llevó a cabo mediante el uso e integración de diferentes palabras clave como: equine, hydrotherapy, rehabilitación, musculoskeletal injuries, sports horses, physiotherapy, water treadmill, hidroterapia, acondicionamiento físico, caballos de deporte y también se hizo combinación con operadores booleanos como AND, OR, con el fin de optimizar la búsqueda. En cuanto al periodo de búsqueda como se mencionó anteriormente en los criterios de inclusión se utilizaron fuentes publicadas entre los años 2006 y 2026. Inicialmente en la búsqueda se lograron encontrar 48 artículos de los

cuales sólo 31 cumplieron con todos los criterios de inclusión y fueron analizados de forma exhaustiva para hacer parte de la base de esta revisión.

Principios de la hidroterapia aplicados a la rehabilitación equina

La hidroterapia ha tomado cada vez más relevancia como una herramienta esencial en la rehabilitación funcional de equinos de deporte, su eficacia se basa principalmente en las propiedades físicas del agua las cuales generan diferentes efectos, tanto biomecánicos como fisiológicos, que marcan la diferencia y ofrecen ventajas significativas frente al ejercicio sobre superficies duras. Dichas propiedades son las que permiten modificar las cargas mecánicas que actúan sobre el sistema musculoesquelético de los equinos, de forma que se pueda controlar el movimiento en etapas cruciales de rehabilitación funcional (Mendez-Angulo et al., 2014).

Dentro de las propiedades físicas más destacadas del agua aplicadas a la hidroterapia se encuentra la flotabilidad, viscosidad y la presión hidrostática, las cuales influyen de forma significativa en la modulación de la carga mecánica, la resistencia al movimiento y producen efectos fisiológicos importantes durante el ejercicio. La inmersión en agua puede disminuir significativamente el peso neto

TRABAJO DE GRADO

Opción Revisión de tema

del animal en función de la profundidad, lo cual representa un mecanismo clave para modular la carga mecánica con el fin de prescribir y graduar ejercicios terapéuticos para la rehabilitación en equinos. A medida que se ajusta la profundidad del agua, el efecto de la gravedad puede aumentarse de forma progresiva con el objetivo de lograr una carga más alta y fortalecer de forma controlada tendones, ligamentos, huesos y articulaciones (Borgia et al., 2010; Muñoz et al., 2019).

Por otra parte, el agua representa una mayor viscosidad en comparación con el aire, lo que significa que hay una mayor resistencia al desplazamiento respecto al ejercicio en superficie terrestre. Esta resistencia, asociada a la fuerza de arrastre, produce un aumento en la demanda muscular durante el movimiento. En este sentido, se ha reportado que el aumento en la profundidad del agua está asociado con un incremento en el esfuerzo, activación muscular, como una probable consecuencia de una, mayor resistencia al avance (Muñoz et al., 2019).

Por último, la presión hidrostática ejerce un efecto de compresión sobre las extremidades, lo que beneficia el retorno venoso y el drenaje linfático, contribuyendo a la disminución del edema, la inflamación y dolor en tejidos blandos. Adicionalmente, estimula los nervios sensoriales de la piel y mecanorreceptores articulares, promoviendo la función neuromuscular propioceptiva, lo que brinda protección a

las estructuras articulares. Así mismo, la capacidad de regular la temperatura del medio acuático permite potenciar los efectos terapéuticos, evidenciando así que la hidroterapia ofrece beneficios que trascienden de los aspectos únicamente biomecánicos (Lindner et al., 2010).

La interacción de las propiedades físicas del agua previamente descritas permite disminuir la carga sobre articulaciones y tejidos blandos, así mismo beneficia la activación muscular y la movilidad articular en el caso de pacientes que se encuentran en estadios tempranos de rehabilitación (Grossi et al., 2024).

Modalidades de hidroterapia en equinos

Existen diferentes modalidades de hidroterapia aplicadas a equinos de deporte, cada una de ellas está enfocada a objetivos específicos en función de los efectos biomecánicos y fisiológicos que generan (Steel et al., 2019; King, 2016). Dentro de las principales modalidades se incluyen la caminadora subacuática, la natación en piscinas de diferentes formas y las tinas de hidromasaje. La selección de cada modalidad se basa en factores como el tipo de lesión, el estadio del proceso de rehabilitación y los objetivos terapéuticos planteados. Así mismo, cada modalidad permite ajustar variables como la carga, intensidad y rango de movimiento, lo que permite adaptar cada una según la fase



TRABAJO DE GRADO

Opción Revisión de tema

específica de la rehabilitación (Nankervis et al., 2016; Muñoz et al., 2019).

Caminadora Subacuática

El uso de la caminadora subacuática es común en distintos programas de entrenamiento y rehabilitación en equinos. Para que su uso sea correcto, es fundamental entender los efectos biomecánicos y fisiológicos asociados tanto a la profundidad del agua como a la velocidad de la cinta (Nankervis & Lefrançois, 2018).

En diversos estudios se ha evaluado su efecto en la cinemática de los miembros torácicos y pélvicos, evidenciando que, a mayor profundidad del agua, se reduce la frecuencia de la zancada, incluso a velocidades constantes como 0.9 m/s, así como también hubo variaciones en el rango de movimiento articular. Estos hallazgos indican que los equinos implementan distintas estrategias biomecánicas durante el desplazamiento en el agua, en función directa de la profundidad (Nankervis et al., 2016).

En este sentido, Mooij et al. (2013) observaron en un estudio que el incremento de la profundidad del agua induce mecanismos compensatorios asociados a la flexión distal de las extremidades, destacándose también una mayor “flexión pélvica” que en otras palabras corresponde a un aumento en la flexión lumbar. Este aumento se puede explicar por una mayor

retracción de los miembros posteriores, lo cual es un factor importante a tener en cuenta en planes de rehabilitación enfocados en el fortalecimiento y reeducación del patrón de movimiento normal (Nankervis et al., 2016).

La caminadora subacuática presenta un alto potencial a nivel muscular, ya que la resistencia generada por el agua desencadena una activación muscular más eficiente. por esta razón, se utiliza como una herramienta para el fortalecimiento y desarrollo de la masa muscular, especialmente como alternativa al ejercicio en tierra, el cual puede estar contraindicado según el estadio del proceso de rehabilitación (Muñoz et al., 2019).

Adicionalmente, se ha descrito que mejora la fuerza y el control motor, contribuyendo a una mayor estabilidad articular, lo que resulta especialmente relevante en pacientes con lesiones osteoarticulares. Estos efectos han sido evidenciados en diferentes estudios mediante el uso de electromiografía, particularmente en modelos de osteoartritis de rodilla (Muñoz et al., 2019).

En un estudio se evidenció que la actividad muscular del músculo braquiocefálico fue más alta cuando los equinos caminaron y trotaron en la caminadora subacuática en comparación con el ejercicio en superficie terrestre. De igual forma, el músculo extensor digital común mostró mayor actividad al paso y al trote en la caminadora

TRABAJO DE GRADO

Opción Revisión de tema

subacuática que en la natación (Nankervis & Lefrançois, 2018).

No obstante, se ha planteado que una de las posibles consecuencias no deseadas de esta modalidad es el encuentro el desarrollo excesivo de la musculatura de los miembros anteriores, lo que podría predisponer a un patrón locomotor en el que los equinos “tiren” o tienden a traccionar con los miembros torácicos en lugar de generar propulsión desde su tren posterior. Este efecto podría acentuarse con el incremento de la profundidad del agua y la resistencia (Nankervis & Lefrançois, 2018).

Natación

La natación es una de las modalidades de hidroterapia más conocidas y utilizadas en equinos de deporte. Se caracteriza por ser un ejercicio sin apoyo de miembros sobre el suelo, a diferencia de la caminadora subacuática, lo que la convierte en una herramienta relevante para el mantenimiento de la condición física del paciente y, en determinados casos, para la rehabilitación de lesiones específicas según el estadio del proceso. Por esta razón, su implementación debe ser controlada y basada en criterios clínicos dentro de los programas de rehabilitación (Steel et al., 2019).

Durante la natación, es importante considerar que los equinos naturalmente presentan una propulsión potente generada principalmente por los miembros

posteriores, lo que puede generar un aumento en la carga sobre la cadera, las articulaciones del tren posterior y región dorsal. Adicionalmente, se ha descrito que muchos equinos adoptan una postura de hiperextensión cervical, toracolumbar y pélvica al ingresar a la piscina. En consecuencia, en pacientes que presentan afecciones en estas regiones, la natación puede estar contraindicada como parte del plan de rehabilitación (Grossi et al., 2024).

El patrón de movimiento del equino durante la natación se caracteriza por una mayor participación de la musculatura dorsal y cervical, con el fin de mantener estabilidad y generar propulsión. Esta modalidad elimina completamente el impacto sobre las estructuras osteoarticulares; sin embargo, también reduce la estimulación mecánica necesaria para la adaptación y reentrenamiento de tendones y ligamentos (Santosuosso et al., 2021).

Teniendo en cuenta los factores previamente descritos, la natación, desde la perspectiva de la rehabilitación, se considera principalmente como una herramienta complementaria dentro de los planes terapéuticos, especialmente en estadios más avanzados, donde el objetivo es mantener o mejorar la condición física y la resistencia cardiopulmonar. Así mismo, puede ser utilizada en lesiones en las que se busca reducir al máximo el impacto sobre estructuras osteoarticulares, siempre que



TRABAJO DE GRADO

Opción Revisión de tema

los tejidos blandos se encuentren previamente estabilizados.

No obstante, la ausencia de apoyo de los miembros y el limitado control del movimiento puede favorecer la aparición de compensaciones en otras estructuras anatómicas. Por otra parte, la natación demanda un adecuado estado cardiorrespiratorio y vascular, por lo que es imprescindible realizar una evaluación previa que permita determinar la aptitud del equino y su integración de manera individualizada dentro del programa de rehabilitación (Kang et al., 2012; Steel et al., 2019).

Tinas de Hidromasaje

Esta modalidad se basa en la aplicación de agua a presión en distintas zonas del cuerpo del equino, con el objetivo de generar efectos a nivel vascular y muscular. A diferencia de otras modalidades de hidroterapia, no implica ejercicio activo, sino que se orienta a la estimulación pasiva de los tejidos.

Adicionalmente, permite un control preciso de variables como la osmolaridad y la temperatura del agua. En este sentido, se ha reportado que la aplicación de baños en agua fría hipertónica durante aproximadamente 10 minutos, a lo largo de cuatro semanas, en equinos con lesiones distales de los miembros, se asocia con mejoría clínica y ecográfica en lesiones del tendón flexor digital y del ligamento

suspensorio, así como una disminución del grado de inflamación (King, 2016; Muñoz et al., 2019).

Entre sus principales efectos fisiológicos se incluyen el aumento de la circulación sanguínea local, la reducción de la tensión miofascial proporcionando beneficios similares a los del masaje terapéutico y la facilitación en la eliminación de metabolitos de desecho derivados del ejercicio (Alteneiji et al., 2020).

Desde el enfoque de la rehabilitación, el hidromasaje se considera una herramienta complementaria dentro de los planes terapéuticos. Puede ser especialmente útil en fases iniciales del proceso o como estrategia de recuperación posterior al ejercicio. Así mismo, aporta beneficios en el manejo del dolor, la tensión muscular y procesos inflamatorios leves (Buchner & Schildboeck, 2006).

Efectos biomecánicos y fisiológicos de la hidroterapia

A lo largo de la presente revisión, se ha evidenciado que las distintas modalidades de hidroterapia, como la caminadora subacuática y la natación, permiten disminuir las tensiones mecánicas ejercidas sobre los miembros en comparación con el ejercicio en superficie terrestre (Pinchbeck et al., 2013).



TRABAJO DE GRADO

Opción Revisión de tema

Adicionalmente, presentan efectos terapéuticos relevantes, incluyendo la reducción de la inflamación y el dolor, así como mejoras en la fuerza y masa muscular, la coordinación, la propiocepción y la resistencia cardiovascular cuando son aplicadas de manera adecuada. Estos efectos se encuentran directamente relacionados con las propiedades físicas del agua, las cuales desempeñan un papel fundamental en la interacción con la biomecánica y la fisiología del equino (King, 2016).

En relación con los efectos biomecánicos de la hidroterapia en equinos de deporte, la inmersión en el agua, a través de la flotabilidad, reduce el peso corporal efectivo y el impacto sobre tejidos blandos, huesos y articulaciones del sistema músculo esquelético. Esto permite implementar programas de ejercicio con menor carga, lo que representa una ventaja significativa en pacientes con lesiones o en procesos post quirúrgicos (Tapia Rovetto, 2012).

Por otra parte, la profundidad del agua, en interacción con la biomecánica del equino, puede generar cambios en su cinemática. A medida que aumenta el nivel de inmersión, se incrementa la demanda muscular en determinadas regiones anatómicas, especialmente en la musculatura dorsal y articulaciones vertebrales (Nankervis et al., 2016).

Así mismo, la hidroterapia modifica significativamente el patrón de locomoción, generando variaciones en la protracción y retracción de las extremidades. Dependiendo de la modalidad utilizada, también pueden presentarse aumentos significativos en el rango de movimiento articular (Nankervis y Lefrancois, 2018).

En la modalidad de caminadora subacuática, diversos estudios han demostrado que cuando el nivel del agua alcanza aproximadamente la altura del carpo, se produce una disminución de la frecuencia de la zancada y un aumento en su amplitud. Así mismo, en este nivel de inmersión se observa un incremento en la flexión de la cadera, las rodillas y los tarsos (Tapia Rovetto, 2012).

Adicionalmente, la resistencia del agua incrementa la intensidad del trabajo muscular sin generar el impacto asociado al ejercicio en superficie terrestre, lo que permite un fortalecimiento más controlado. Este entorno también favorece el reentrenamiento neuromuscular y propioceptivo, aspectos clave en los procesos de rehabilitación (Buchner & Schildboeck, 2006).

Desde el punto de vista fisiológico, las modalidades de entrenamiento mediante hidroterapia se consideran principalmente ejercicios de tipo aeróbico, los cuales



TRABAJO DE GRADO

Opción Revisión de tema

contribuyen a mejorar el rendimiento cardiovascular, función cardiopulmonar y el acondicionamiento físico del equino. Diversos estudios han reportado que, posterior al ejercicio acuático, puede presentarse un leve incremento del nivel de lactato sanguíneo y creatinfosfoquinasa plasmática, así como un aumento en la concentración de hemoglobina, lo que sugiere un estímulo fisiológico sistémico asociado a esta modalidad de entrenamiento (Tapia Rovetto, 2012).

Así mismo, al comparar la frecuencia cardíaca máxima entre equinos entrenados en medios acuáticos y aquellos entrenados únicamente en superficie terrestre, se ha observado que los primeros presentan valores inferiores. Adicionalmente, algunos estudios indican que, a menores velocidades durante la natación, se obtienen mayores beneficios a nivel cardiovascular (Tapia Rovetto, 2012).

Por otra parte, la hidroterapia, en modalidades como la natación y la caminadora subacuática, se considera una herramienta útil para el entrenamiento de la capacidad muscular tanto aeróbica como anaeróbica. En el caso de la natación, algunos estudios han reportado una menor producción de ácido láctico en comparación con el ejercicio en superficie terrestre (Kang et al., 2012). No obstante, estos efectos fisiológicos positivos dependen en gran medida de la duración y frecuencia del entrenamiento, siendo más

evidentes a medida que se prolongan los periodos de trabajo en el medio acuático (Kang et al., 2012; Silvers et al., 2020).

Aplicaciones clínicas en la rehabilitación de lesiones musculoesquelética

Rehabilitación funcional de lesiones en tendones y ligamentos

Como se ha mencionado previamente, la profundidad del agua influye directamente sobre parámetros locomotores como la frecuencia y longitud de la zancada, así como sobre variables biomecánicas como la protracción, retracción y las fases de apoyo y vuelo. En este sentido, se ha observado que, cuando el nivel del agua en la caminadora subacuática alcanza la altura de la rodilla, se produce un aumento en la longitud de la zancada acompañado de una disminución en su frecuencia, en comparación con niveles de inmersión más bajos (Muñoz et al., 2019).

Aunque no existen protocolos estandarizados para la rehabilitación mediante hidroterapia en lesiones tendinosas y ligamentosas, los efectos biomecánicos del medio acuático permiten establecer consideraciones clínicas relevantes. En el caso de lesiones en el ligamento suspensorio proximal de los miembros posteriores, se recomienda especial precaución durante el uso de la

TRABAJO DE GRADO

Opción Revisión de tema

caminadora subacuática, debido al aumento en la retracción (Muñoz et al., 2019).

Adicionalmente, cuando el nivel del agua alcanza el corvejón y la rodilla, se incrementa la flexión de las articulaciones distales de los miembros posteriores, lo que podría generar efectos adversos en casos de desmitis del ligamento suspensorio (Muñoz et al., 2019; Tapia Rovetto, 2012).

Por otra parte, al aumentar el nivel del agua hasta el abdomen o niveles superiores y reducir la velocidad en la caminadora subacuática, es posible disminuir la carga sobre el ligamento suspensorio durante la fase de apoyo. Adicionalmente, la resistencia del agua favorece el fortalecimiento muscular de manera controlada (Muñoz et al., 2019).

Así mismo, considerando que la presencia del jinete incrementa la carga sobre las extremidades, especialmente aumentando la extensión y el rango de movimiento articular del nudo, se recomienda que en equinos con lesiones en esta articulación, en el tendón flexor digital profundo (TFDP) o en el ligamento suspensorio, inicien progresivamente su proceso de rehabilitación mediante caminadora subacuática antes de retomar el ejercicio en superficie terrestre, siempre bajo niveles de inmersión adecuados (Tapia Rovetto, 2012; Muñoz et al., 2019).

Así mismo, es importante destacar que, durante la fase final de apoyo, el tendón flexor digital profundo (TFDP) y su ligamento accesorio experimentan una contracción activa, alcanzando su máxima elongación y, por ende, el mayor nivel de tensión. En este contexto, considerando que en la caminadora subacuática puede incrementarse la contracción durante esta fase, es posible que también aumente la tensión sobre estas estructuras anatómicas. Por esta razón, el uso de la caminadora subacuática podría no ser recomendable en este tipo de lesiones (Muñoz et al., 2019).

En un estudio realizado en equinos con lesión crónica del tendón flexor digital profundo (TFDP), se observó que aquellos ejercitados en cinta de correr convencional no presentaron ninguna mejoría, mientras que los sometidos a caminadora subacuática mostraron una disminución significativa en el tamaño del área de la lesión (Muñoz et al., 2019). Este hallazgo podría explicarse principalmente por la reducción del edema y la inflamación, efectos asociados a propiedades del agua como la presión hidrostática, más que a un efecto directo del ejercicio acuático o a los cambios biomecánicos inducidos por este medio (Tapia Rovetto, 2012; Muñoz et al., 2019).

Rehabilitación funcional de lesiones articulares



TRABAJO DE GRADO

Opción Revisión de tema

Inicialmente, es importante considerar que la hidroterapia, tanto en modalidad de natación como de caminadora subacuática, incrementa de forma significativa el rango de movimiento de las articulaciones distales de los miembros. Por esta razón, su uso no se recomienda en equinos con lesiones articulares que cursan con inflamación aguda (King et al., 2013).

Por el contrario, en lesiones de tipo crónico, como la osteoartritis, diversos estudios han evidenciado múltiples beneficios asociados a la hidroterapia. Entre ellos se incluyen la mejora en el control postural, el aumento del rango de movimiento de las articulaciones afectadas y la disminución de alteraciones biomecánicas secundarias derivadas de mecanismos compensatorios. Así mismo, se ha reportado una mejor activación y control de la musculatura estabilizadora, junto con cambios favorables a nivel histológico, como la reducción y la fibrosis de la membrana sinovial (Muñoz et al., 2019).

Diversos estudios han evidenciado que los equinos con osteoartritis presentan alteraciones en los mecanorreceptores articulares, los cuales desempeñan un papel fundamental en el correcto control postural. Adicionalmente, se ha descrito una disminución en la fuerza y activación de los músculos estabilizadores de las articulaciones afectadas (King et al., 2013).

Con base en estos hallazgos, se realizó un estudio donde equinos con osteoartritis inducida en la articulación intercarpiana, en el cual los animales fueron se ejercitados en caminadora subacuática a partir de los 15 días posteriores a la lesión, durante ocho semanas. El nivel de agua se ajustó para generar una reducción aproximada del 60% del peso corporal, alcanzando la altura del pecho. Los resultados evidenciaron un aumento en el control postural, así como un aumento en el rango de movimiento articular pasivo desde la primera semana de rehabilitación, alcanzando la recuperación completa de su rango de movimiento articular al finalizar el estudio (King et al., 2013).

Así mismo, cuando un caballo presenta una lesión en alguna de sus extremidades, se produce una redistribución de la carga hacia los demás miembros como mecanismo compensatorio. En equinos con osteoartritis, se ha evidenciado que, posterior a programas de rehabilitación en caminadora subacuática, se logra una distribución de la carga más equilibrada en comparación con el ejercicio en cinta de correr terrestre (King et al., 2017). Estos resultados tienen gran relevancia clínica, ya que las compensaciones pueden persistir incluso después de la recuperación de la lesión inicial, favoreciendo la sobrecarga de otras estructuras. Por lo tanto, su corrección debe considerarse un objetivo fundamental dentro de los programas de rehabilitación en equinos de deporte (King et al., 2017).



TRABAJO DE GRADO

Opción Revisión de tema

En este contexto, la hidroterapia y en particular el uso de caminadora subacuática, se posiciona como herramienta clave en la rehabilitación funcional de lesiones articulares de tipo crónico.

Rehabilitación funcional de lesiones de dorso

En relación con el uso de caminadora subacuática, la evidencia disponible no ha demostrado de forma concluyente su eficacia en la rehabilitación de equinos con dolor y tensión en la región dorsal. Los efectos de esta modalidad sobre la biomecánica de la espalda están influenciados directamente por la profundidad del agua y la conformación individual del equino, factores que condicionan la respuesta cinemática durante el ejercicio (Muñoz et al., 2019).

Cuando el nivel del agua es bajo, el equino tiende a mantener la cabeza y el cuello en una posición más descendida, lo que se asocia con una ligera extensión de las vértebras torácicas hasta T3. En contraste, a medida que aumenta la profundidad del agua, el animal eleva la cabeza y cuello, generando una mayor extensión de las regiones cervical y torácica. Este patrón se acompaña de un incremento en la tensión y tracción de la musculatura epaxial, así como de los músculos retractores de los miembros pélvicos, lo que puede traducirse

en un aumento del rango de movimiento articular en la región lumbar hacia L3 (Nankervis et al., 2016).

En equinos con lesiones localizadas cranealmente a la vértebra T13, se recomienda actuar con precaución y evitar al máximo incrementos en el nivel del agua, ya que la cinemática generada en estas condiciones puede resultar desfavorable, especialmente en patologías que comprometen los procesos espinosos (Nankervis et al., 2016).

Así mismo, es importante considerar que, para la rehabilitación del músculo *longissimus dorsi*, se favorecen movimientos de flexión más no de extensión. Esto se debe a que el objetivo principal en este tipo de lesiones es promover el aumento del rango de movilidad articular en flexión de la región afectada; por lo tanto, los ejercicios que promueven extensión pueden estar contraindicados (Mooij et al., 2013; Nankervis et al., 2016).

Rehabilitación funcional de inestabilidad del hombro de origen neurogénico “Síndrome de Sweeney”

La inestabilidad del hombro de origen neurogénico representa una alteración funcional secundaria al daño de un nervio, que conlleva a la atrofia de la musculatura estabilizadora. Dentro de las posibles estrategias de rehabilitación, la hidroterapia

TRABAJO DE GRADO

Opción Revisión de tema

en su modalidad de natación se ha propuesto como una herramienta útil para mejorar la activación y funcionamiento de los músculos afectados (Rattenhuber et al., 2012).

En este contexto, en un estudio realizado por Rattenhuber et al. (2012), se evaluaron tres equinos con inestabilidad unilateral del hombro secundaria a una lesión del nervio supraescapular. Los pacientes fueron sometidos a un programa de ejercicio en piscina y, tras un mes de rehabilitación, presentaron recuperación de la funcionalidad y estabilidad del hombro (Rattenhuber et al., 2012).

Los resultados de este estudio sugieren que la hidroterapia puede ser una herramienta complementaria efectiva en la rehabilitación de este tipo de lesiones, al contribuir en la recuperación de la funcionalidad y estabilidad de los músculos. Así mismo, es necesario el desarrollo de estudios con mayor tamaño muestral que permitan respaldar y fortalecer estos hallazgos (Rattenhuber et al., 2012).

Precauciones y contraindicaciones de la hidroterapia

Dentro de las principales contraindicaciones de la hidroterapia, independientemente de la modalidad (natación o caminadora subacuática) se

incluyen específicamente pacientes con procesos inflamatorios agudos, ya sean de origen articular, tendinoso o ligamentoso, Así mismo, está contraindicado en equinos con afecciones dermatológicas, heridas abiertas, incisiones quirúrgicas recientes y miopatías agudas (Tapia Rovetto, 2012).

Por otra parte, la natación se encuentra contraindicada en pacientes con patologías respiratorias, debido a que la presión hidrostática puede afectar negativamente en la ventilación pulmonar. Este efecto puede ser más pronunciado en equinos con compromiso previo del sistema respiratorio o cardiovascular (King et al., 2017).

En este contexto, Jones et al. (2020) reportaron en un estudio sobre colapso completo de las vías respiratorias superiores y apnea durante la natación atada en caballos, que todos los equinos evaluados experimentaron episodios de apnea postinspiratoria durante el ejercicio de natación. Estos episodios se asociaron con el aplanamiento de las fosas nasales externas, cierre de la rima glótica y colapso de la nasofaringe.

Estos efectos se observaron en equinos con una función respiratoria normal en el ejercicio en superficie terrestre, lo que sugiere una modificación significativa del patrón respiratorio durante la natación. Desde el punto de vista clínico, esto representa un factor de riesgo clave en pacientes que tengan compromiso



TRABAJO DE GRADO

Opción Revisión de tema

respiratorio no diagnosticado, así como aquellos sometidos a cargas de trabajo en la modalidad de natación que superan su capacidad funcional. En este sentido, se hace indispensable el monitoreo profesional durante el ejercicio de natación, así como una progresión controlada en la carga de trabajo (Jones et al., 2020).

Cada plan de hidroterapia para la rehabilitación funcional de lesiones debe ser diseñado y enfocado en las necesidades individuales de cada paciente, basado en un examen clínico exhaustivo y un diagnóstico definitivo. A partir de esto, se establecen los objetivos terapéuticos del programa de rehabilitación. Así mismo, es fundamental considerar diversos factores propios del paciente, más allá del tipo de lesión y su estado físico, como la respuesta al medio acuático, el temperamento y el nivel de estrés durante la hidroterapia. La integración de todos estos factores permite desarrollar un plan de rehabilitación correcto y orientado a una recuperación funcional efectiva (King et al., 2017).

Discusión

La hidroterapia se ha consolidado como una herramienta ampliamente utilizada en la medicina deportiva y rehabilitación de equinos. No obstante, el análisis de la literatura existente, evidencia vacíos importantes, particularmente en la disponibilidad de estudios recientes. En

este contexto, la presente revisión incluyó múltiples referencias con más de una década de publicación, las cuales, si bien aportan información valiosa, continúan siendo citadas de forma recurrente debido a la limitada producción científica actual en esta área.

Por otra parte, aunque se han reportado avances en la medicina deportiva y la rehabilitación de lesiones musculoesqueléticas en equinos, la mayoría de los estudios que evalúan los efectos biomecánicos de la hidroterapia corresponden a diseños observacionales y descriptivos, en muchos casos con tamaños de muestra reducidos. Esta limitación dificulta la posibilidad de establecer conclusiones generalizadas.

Un ejemplo de ello son los estudios de Borgia et al. (2010) y Silvers et al. (2020), en los cuales no se evidenciaron cambios importantes en parámetros metabólicos musculares, de cartílago y hueso. Desde un punto de vista clínico, se evidencia la importancia de profundizar en el impacto real de la hidroterapia más allá de efectos y resultados observacionales.

Por otra parte, diversos estudios han evidenciado múltiples beneficios de la hidroterapia en la rehabilitación de lesiones, incluyendo la reducción del impacto, la modulación de la carga sobre diferentes estructuras anatómicas y mejoras en la postura y el control del movimiento

TRABAJO DE GRADO

Opción Revisión de tema

(Greco-Otto et al., 2019; Nankervis et al., 2016). No obstante, aún es necesario establecer consensos y generar información más específica para determinadas patologías, ya que los efectos biomecánicos pueden variar e incluso resultar contraproducentes dependiendo de la lesión del equino.

Teniendo en cuenta lo anterior, se hace necesario el desarrollo de investigaciones más recientes que incluyan tamaños de muestra mayores, protocolos estandarizados y evaluaciones objetivas a largo plazo, con el fin de establecer planes terapéuticos de hidroterapia para la rehabilitación funcional de lesiones en equinos de deporte que cuenten con indicaciones, contraindicaciones, tiempos e intensidades específicos según la patología y necesidad de cada paciente.

Dichos estudios pueden apoyarse con herramientas diagnósticas y de evaluación en constante avance, como por ejemplo biomarcadores moleculares y tisulares, termografía, análisis cinemático, algometría de presión e incluso tomografía computarizada, las cuales tienen el potencial de aportar información objetiva y de alto valor, contribuyendo así al fortalecimiento de la evidencia científica en esta área (Bollorino-Montoya et al., 2025; Chávez et al., 2010; Van Weeren & Firth, 2008).

Conclusión

Con base en la presente revisión, se concluye que la hidroterapia es una herramienta complementaria eficaz en la rehabilitación funcional de lesiones musculoesqueléticas en equinos de deporte. Entre sus principales beneficios se destacan la reducción de la carga mecánica sobre estructuras lesionadas, la modulación del impacto y la posibilidad de implementar ejercicio terapéutico controlado tanto en fases tempranas como en etapas avanzadas del proceso de rehabilitación del paciente.

Así mismo, la evidencia disponible indica que los principales efectos de la hidroterapia incluyen la mejora funcional, la modificación de la biomecánica, el aumento del rango de movimiento articular, así como la activación y el fortalecimiento muscular, junto con el acondicionamiento físico general del equino (King, 2016; Muñoz et al., 2019; Nankervis et al., 2016; Kang et al., 2012). En este sentido, la hidroterapia no se debe considerar como un reemplazo del ejercicio en tierra, si no como una herramienta complementaria dentro de los planes integrales de rehabilitación funcional de lesiones musculoesqueléticas en equinos de deporte.

Adicionalmente, la hidroterapia debe implementarse de forma individualizada, considerando factores como el tipo de lesión, la fase del proceso de recuperación y la modalidad empleada, de acuerdo con

TRABAJO DE GRADO

Opción Revisión de tema

las demandas biomecánicas específicas de cada equino, con el fin de determinar su pertinencia como estrategia terapéutica.

Finalmente, teniendo en cuenta que existe una disponibilidad limitada de estudios recientes, se evidencia la necesidad de seguir investigando en torno a esta área, con el objetivo de optimizar su aplicación y establecer bases científicas más sólidas que respalden su uso en la medicina deportiva y rehabilitación equina.

Agradecimientos.

En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme la fortaleza, la sabiduría y la oportunidad de culminar esta etapa tan importante de mi formación profesional.

A mis padres, por su amor incondicional, apoyo constante y por ser el pilar fundamental en cada uno de mis logros. Su confianza y acompañamiento han sido esenciales a lo largo de este camino.

Expreso también mi más sincero agradecimiento a mi tutor, el Dr. Luis Albarracín, por su orientación, disposición y valiosos aportes durante el desarrollo de este trabajo. Su acompañamiento académico y su experiencia fueron fundamentales para la realización de esta investigación.

Declaración de conflictos de intereses.

La autora declara que no presenta conflictos de intereses que puedan haber influido en la realización o interpretación de este trabajo.

Uso de inteligencia artificial

En el proceso de elaboración del presente trabajo se utilizaron herramientas de la inteligencia artificial como apoyo para la revisión de estilo, organización de ideas y mejora de la redacción académica. Sin embargo, cabe resaltar que la búsqueda bibliográfica, el análisis de la literatura científica y las interpretaciones de la información fueron realizados por la autora. El uso de dichas herramientas fue única y exclusivamente para funciones de asistencia en la escritura, sin reemplazar el criterio académico ni la autoría intelectual del trabajo.

Referencias

Alteneiji K, Ghosh S, Al Mahrouqi S, Al Hajri MM (2020). An approach to equine physiotherapy and rehabilitation in the United Arab Emirates. *J Anim Res Vet Sci*; 7(1): 025. <https://doi.org/10.24966/ARVS-3751/100025>

Bollorino-Montoya D, Santos-Bajaña N, Mieles-Soriano G,



TRABAJO DE GRADO
Opción Revisión de tema

- González-Puetate I (2025). Indicadores de dolor e inflamación en equinos: revisión de literatura en medicina deportiva. *Rev Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*; 7(5): 259–266. <https://doi.org/10.59169/pentacencias.v7i5.1657>
- Borgia LA, Valberg SJ, Essen-Gustavsson B (2010). Differences in the metabolic properties of gluteus medius and superficial digital flexor muscles and the effect of water treadmill training in the horse. *Equine Vet J Suppl*; 38: 665–670. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2010.00229.x>
- Buchner HHF, Schildboeck U (2006). Physiotherapy applied to the horse: a review. *Equine Vet J*; 38(6): 574–580. <https://doi.org/10.2746/042516406X153247>
- Chávez H, Araya O, Folch H, Morán G (2010). Uso de biomarcadores para el diagnóstico de enfermedad articular en el caballo. *Arch Med Vet*; 42(1): 1–10. <https://doi.org/10.4067/S0301-732X2010000100002>
- Firth EC (2006). The response of bone, articular cartilage and tendon to exercise in the horse. *J Anat*; 208(4): 513–526. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7580.2006.00547.x>
- Gaulmin P, Marin F, Moiroud C, Beaumont A, Jacquet S, De Azevedo E, Martin P, Audigié F, Chateau H, Giraudet C (2025). Description and Analysis of Horse Swimming Strategies in a U-Shaped Pool. *Animals*; 15(2): 195. <https://doi.org/10.3390/ani15020195>
- Giraudet C, Moiroud C, Beaumont A, Gaulmin P, Hattrisse C, Azevedo E, Denoix J-M, Ben Mansour K, Martin P, Audigié F, Chateau H, Marin F (2023). Development of a methodology for low-cost 3D underwater motion capture: application to the biomechanics of horse swimming. *Sensors*; 23(21): 8832. <https://doi.org/10.3390/s23218832>
- Greco-Otto P, Baggaley M, Edwards WB, Léguillette R (2019). Water treadmill exercise reduces equine limb segmental accelerations and increases shock attenuation. *BMC Vet Res*; 15(1): 329. <https://doi.org/10.1186/s12917-019-2075-6>
- Grossi I, Merluzzi G, Beccati F, Pepe M (2024). Characteristics of



TRABAJO DE GRADO
Opción Revisión de tema

horse gait during swimming exercise in swimming pool. *J Equine Rehabil*; 2: 100012. <https://doi.org/10.1016/j.eqre.2024.100012>

Jones S, Franklin S, Martin C, Steel C (2020). Complete upper airway collapse and apnoea during tethered swimming in horses. *Equine Vet J*; 52(3): 352–358. <https://doi.org/10.1111/evj.13177>

Kang OD, Ryu YC, Yun YM, Kang MS (2012). Physiological changes in Jeju crossbred riding horses by swim training. *Asian-Australas J Anim Sci*; 25(2): 200–206. <https://doi.org/10.5713/ajas.2011.11318>

King MR, Haussler KK, Kawcak CE, McIlwraith CW, Reiser RF II, Frisbie DD, Werpy NM (2017). Biomechanical and histologic evaluation of the effects of underwater treadmill exercise on horses with experimentally induced osteoarthritis in the middle carpal joint. *Am J Vet Res*; 78(5): 558–569. <https://doi.org/10.2460/ajvr.78.5.558>

King MR, Haussler KK, Kawcak CE, McIlwraith CW, Reiser RF II (2013). Effect of underwater treadmill exercise on postural sway

in horses with experimentally induced carpal joint osteoarthritis. *Am J Vet Res*; 74(7): 971–982. <https://doi.org/10.2460/ajvr.74.7.971>

King MR (2016). Principles and application of hydrotherapy for equine athletes. *Vet Clin North Am Equine Pract*; 32(1): 115–126. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2015.12.008>

Mendez-Angulo JL, Firshman AM, Groschen DM, Kieffer PJ, Trumble TN (2014). Impact of walking surface on the range of motion of equine distal limb joints for rehabilitation purposes. *Vet J*; 199(3): 413–418. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.12.001>

Mooij MJW, Jans W, Den Heijer GJL, De Pater M, Back W (2013). Biomechanical responses of the back of riding horses to water treadmill exercise. *Vet J*; 198(Suppl. 1): e120–e123. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.09.045>

Muñoz A, Becero M, Saitua A, Argüelles D, Sánchez de Medina A, Castejón-Riber C (2019). Exercise in the water: should we incorporate it into training and rehabilitation programs for the sport horse? *Atti*



TRABAJO DE GRADO
Opción Revisión de tema

della Accademia Peloritana dei Pericolanti – Classe di Scienze Medico-Biologiche; 107(2): SD3(1-11). <https://doi.org/10.6092/1828-6550/APMB.107.2.2019.SD3>

Muñoz A, Saitua A, Becero M, Riber C, Satué K, Sánchez de Medina A, Argüelles D, Castejón-Riber C (2019). The use of the water treadmill for the rehabilitation of musculoskeletal injuries in the sport horse. *J Vet Res*; 63(3): 439–445. <https://doi.org/10.2478/jvetres-2019-0050>

Nankervis KJ, Finney P, Launder L (2016). Water depth modifies back kinematics of horses during water treadmill exercise. *Equine Vet J*; 48(6): 732–736. <https://doi.org/10.1111/evj.12519>

Nankervis KJ, Lefrancois K (2018). A comparison of protraction-retraction of the distal limb during treadmill and water treadmill walking in horses. *J Equine Vet Sci*; 70: 57–62. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2018.08.005>

Nankervis KJ, Williams RJ (2006). Heart rate responses during acclimation of horses to water treadmill exercise. *Equine Vet J Suppl*; 36: 110–112.

<https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2006.tb05524.x>

Lenis-Alvarez S, Muñoz-Marin IC, Martínez-Aranzaes JR (2026). Effect of high-intensity ground and pool exercise on cortisol, lactate levels, heart rate, and blood count in Colombian Paso horses. *Iraqi J Vet Sci*; 40(1): xx–xx. <https://doi.org/10.33899/ijvs.2025.165814.4545>

Lindner A, Wäschle S, Sasse HH (2010). Effect of exercise on a treadmill submerged in water on biochemical and physiological variables of horses. *Pferdeheilkunde*; 26(6): 781–788. <https://doi.org/10.21836/PEM20100603>

Pinchbeck GL, Clegg PD, Boyde A, Barr ED, Riggs CM (2013). Horse-, training- and race-level risk factors for palmar/plantar osteochondral disease in the racing Thoroughbred. *Equine Vet J*; 45(5): 582–586. <https://doi.org/10.1111/evj.12038>

Rattenhuber S, Benz H, Gajewski Z, Carstanjen B (2012). Swim training as therapy of neurogenic induced unilateral shoulder instability in three horses. *Pferdeheilkunde*; 28(6): 665–667. <https://doi.org/10.21836/PEM20120604>

TRABAJO DE GRADO
Opción Revisión de tema

Santosuosso E, Leguillette R, Vinardell T, Filho S, Massie S, McCrae P, Johnson S, Rolian C, David F (2021). Kinematic analysis during straight line free swimming in horses: Part 1 – forelimbs. *Front Vet Sci*; 8: 752375. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.752375>

monitoring of musculoskeletal injury: biomarkers and CT. *Vet Clin North Am Equine Pract*; 24(1): 153–175. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2007.11.008>

Silvers BL, Leatherwood JL, Arnold CE, Nielsen BD, Huseman CJ, Dominguez BJ, Glass KG, Martinez RE, Much ML, Bradbery AN (2020). Effects of aquatic conditioning on cartilage and bone metabolism in young horses. *J Anim Sci*; 98(8): skaa239. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa239>

Steel CM, Bond BM, Morrice-West AV (2019). Survey of trainers on the use of swimming exercise for Standardbred racehorses in Australia. *Aust Vet J*; 97(3): 61–67. <https://doi.org/10.1111/avj.12786>

Tapia Rovetto, J (2012). Hidroterapia: Rehabilitación y acondicionamiento en caballos deportivos. Trabajo final para aspirar al Título de Especialista, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

Van Weeren PR, Firth EC (2008). Future tools for early diagnosis and