



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza



Trabajo Fin de Grado en Veterinaria

Tratamiento de la artrosis con fisioterapia en caballos
Degenerative joint disease's treatment with physiotherapy in
horses

Autor

Selena Rillo Gorgemans

Directores

Sara Fuente Franco
Julia Lalíena Aznar

Facultad de Veterinaria
Año 2024

ÍNDICE:

1.	RESUMEN/ABSTRACT	2
2.	INTRODUCCIÓN	3
3.	JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	4
4.	METODOLOGÍA.....	5
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	5
5.1.	Definición y etiopatogenia de la artrosis u osteoartritis (OA)	5
5.2.	Diagnóstico de la OA.....	10
5.3.	Tratamientos convencionales de la OA	12
5.3.1.	Tratamientos médicos	12
5.3.2.	Tratamientos quirúrgicos.....	14
5.4.	La fisioterapia animal.....	15
5.5.	Tratamiento de la OA con fisioterapia.....	17
5.5.1.	Terapia con láser.....	18
5.5.2.	Terapia manual	20
5.5.3.	Crioterapia y termoterapia	23
5.5.4.	Hidroterapia.....	24
5.5.5.	Electroterapia	26
5.5.6.	Acupuntura	27
5.5.7.	Terapia con ondas de choque.....	29
5.5.8.	Vendaje neuromuscular.....	30
5.5.9.	Ultrasonidos terapéuticos.....	31
5.5.10.	Ejercicio controlado.....	32
5.5.11.	Radiofrecuencia.....	32
5.5.12.	Terapia con pulsos electromagnéticos.....	33
6.	CONCLUSIONES/CONCLUSIONS	34
7.	VALORACIÓN PERSONAL.....	35
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	36

1. RESUMEN/ABSTRACT

La artrosis es una de las patologías más importantes del aparato locomotor en el caballo de deporte. Es una enfermedad degenerativa articular progresiva que conlleva la destrucción del cartílago articular, y la disminución del rendimiento deportivo y la calidad de vida. Su etiopatogenia es compleja y en ella participan muchos mediadores inflamatorios. El diagnóstico de la artrosis se basa en los signos clínicos, pruebas de diagnóstico por imagen y análisis de biomarcadores.

El tratamiento convencional de la artrosis incluye tratamientos médicos sistémicos e intraarticulares, así como métodos quirúrgicos. Estas terapias son invasivas y no están exentas de efectos secundarios. Para complementar estas terapias y reducir sus efectos secundarios, se puede aplicar la fisioterapia. Esta disciplina incluye una gran variedad de técnicas útiles en el manejo del dolor y busca recuperar la funcionalidad del sistema locomotor. La fisioterapia incluye el láser terapéutico, la terapia manual, la crioterapia y termoterapia, la hidroterapia, las electroterapias, la acupuntura, la terapia con ondas de choque, el vendaje neuromuscular, los ultrasonidos terapéuticos, el ejercicio controlado, la radiofrecuencia y los pulsos electromagnéticos. Todas estas técnicas se pueden emplear en el tratamiento de la artrosis en la especie equina, aunque no hay suficiente evidencia científica sobre su eficacia.

Osteoarthritis is one of the most important locomotor system pathologies in sport horses. It is a progressive degenerative joint disease that leads to the destruction of articular cartilage, and a decrease in athletic performance and quality of life. Its etiology is complex and involves many inflammatory mediators. The diagnosis of osteoarthritis is based on clinical signs, imaging diagnostic tests, and biomarker analysis.

The conventional treatment of osteoarthritis includes systemic and intra-articular medical treatments, as well as surgical methods. These therapies are invasive and not free from side effects. To complement these therapies and reduce their side effects, physiotherapy can be applied. This discipline includes a wide variety of techniques useful in pain management and aims to restore the functionality of the locomotor system. Physiotherapy includes therapeutic laser, manual therapy, cryotherapy and thermotherapy, hydrotherapy, electrotherapy, acupuncture, shockwave therapy, kinesiology taping, therapeutic ultrasound, controlled exercise, radiofrequency, and electromagnetic pulses. All these techniques can be employed in the treatment of osteoarthritis in equine species, although there is not enough scientific evidence about their efficacy.

2. INTRODUCCIÓN

Las patologías del aparato locomotor constituyen un problema importante en el mundo del caballo. En veterinaria, estas patologías son abordadas con tratamientos médicos, quirúrgicos y/o farmacológicos. Pero, en ocasiones, no se recupera al completo la funcionalidad, ya que, a pesar de la resolución de la lesión pueden persistir limitaciones en el movimiento y la fuerza. Por ello, es interesante el estudio de la fisioterapia, que se define como la restauración del movimiento y la funcionalidad mediante métodos físicos para tratar el dolor, la enfermedad o la lesión (Atalaia et al., 2021).

Su práctica en la especie humana se remonta al siglo V después de Cristo, cuando médicos como Hipócrates y Galen usaban los masajes, la terapia manual y la hidroterapia para tratar a sus pacientes. La fisioterapia animal es una extensión de los conocimientos de su práctica en humanos, pero teniendo en cuenta sus diferencias anatómicas, fisiológicas y comportamentales. Esta disciplina es un campo en expansión debido al creciente interés y demanda por parte de los clientes. Sin embargo, en cuanto a los diferentes métodos de tratamiento, los protocolos a seguir y su efectividad, carecemos de ensayos clínicos estandarizados y la mayoría de bibliografía existente se trata de estudios descriptivos basados en la experiencia personal del autor donde se citan los pocos estudios llevados a cabo (Veenman, 2006; McGowan & Cottrall, 2016; Atalaia et al., 2021).

Por otro lado, una de las principales patologías del aparato locomotor que causa cojera en el caballo es la artrosis u osteoartritis. La artrosis es el estadio final de un gran número de afecciones articulares que incluyen trauma, individual o repetido en el tiempo, infecciones articulares, osteocondrosis o artritis inmunomedidas. En cualquier caso, este proceso se caracteriza por la degeneración y pérdida progresiva de cartílago articular y la neoformación de hueso en las superficies y márgenes articulares. Esta patología es especialmente importante en el caballo de deporte de alto nivel, ya que, la línea que separa el máximo rendimiento de la aparición de lesiones es muy fina, y la sobrecarga física provoca una pérdida de integridad de la articulación y sus componentes, que conlleva una respuesta inflamatoria. Para el tratamiento de esta patología hay descritos diversos protocolos médicos, sistémicos e intraarticulares, y procedimientos quirúrgicos. Todos ellos se combinan entre sí para dar con el tratamiento adecuado según el caso (Broeckx et al., 2014; McGowan y Goff, 2016; Baccarin et al., 2022).

La artrosis cursa con disminución del rango de movilidad articular, del equilibrio y de la propiocepción, además de una disminución de la elasticidad de los tejidos periarticulares y del tono muscular. Y por ello, con el fin de reducir los síntomas y permitir la recuperación de la

funcionalidad sería interesante aplicar en estos pacientes como terapia complementaria la fisioterapia (Baccarin et al., 2022).

3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Una de las patologías más importantes del aparato locomotor en el caballo de deporte es la artrosis, enfermedad que conlleva la alteración del equilibrio articular, el deterioro del cartílago, la disminución del rango de movilidad y en consecuencia disminuye el rendimiento. Su tratamiento es diverso y complejo y tiene un abordaje multimodal, en el que se combinan las diferentes terapias médicas y quirúrgicas existentes. En los últimos años, la combinación de la fisioterapia con el tratamiento convencional ha demostrado ser efectiva en la reducción del dolor y la inflamación articular, así como en el aumento del rango de movilidad y la estabilidad de las articulaciones. La fisioterapia es especialmente beneficiosa para pacientes con esta patología porque emplea una variedad de métodos no invasivos adaptables a cada caso específico y que evitan la administración repetida de fármacos. Esto permite complementar el tratamiento convencional, reduciendo las dosis necesarias y sus efectos secundarios, mejorando así la calidad de vida del paciente.

Por todo ello, el objetivo principal de este Trabajo Fin de Grado es realizar una revisión bibliográfica sobre la rehabilitación mediante fisioterapia de patologías articulares degenerativas en la especie equina.

Como objetivos secundarios se proponen:

- Revisar la bibliografía existente sobre la fisioterapia como tratamiento en afecciones locomotoras en la especie equina.
- Comprender la etiopatogenia y los tratamientos convencionales de patologías articulares degenerativas en la especie equina.

Para poder explicar el tratamiento con fisioterapia de la artrosis es importante conocer cómo funciona esta patología. Por ello, en primer lugar, se explicará la etiopatogenia de la artrosis, su diagnóstico y los tratamientos convencionales empleados y posteriormente, se profundizará en la disciplina de la fisioterapia animal y se describirán diferentes terapias que se pueden emplear en el tratamiento de esta enfermedad.

4. METODOLOGÍA

Para alcanzar los objetivos propuestos, se ha realizado una revisión bibliográfica en la literatura científica disponible sobre la osteoartritis equina y su tratamiento mediante fisioterapia. Las bases de datos utilizadas han sido PubMed, Google Scholar, Science Direct y Alcorze.

Se ha consultado bibliografía en inglés y español. Las palabras clave utilizadas en la búsqueda son las siguientes: "physiotherapy", "equine", "rehabilitation", "osteopathy", "osteoarthritis", "veterinary medicine", "laser therapy", "manual therapy", "thermotherapy", "hidrotherapy", "electrotherapy", "acupuncture", "shockwave therapy", "kinesiotapping", "therapeutic ultrasound", "exercise", "radio frequency therapy", "electromagnetic pulse therapy", su traducción al español y sus combinaciones booleanas.

Se ha consultado la bibliografía más reciente de los últimos 14 años, desde 2010 hasta diciembre de 2023, aunque se han incluido algunas referencias más antiguas dada su relevancia y la escasez de bibliografía disponible. Tras una primera búsqueda se recopilaron 144 artículos, de los que se han incluido 60 en este trabajo.

En este trabajo se han citado artículos centrados en el tratamiento con fisioterapia de patologías del aparato locomotor en veterinaria, en especial de la OA. Se excluyen los artículos no tan recientes anteriores a 2001, los que se referían en el tratamiento con fisioterapia de otras patologías que no fueran del aparato locomotor, y dentro de ellas los que no se referían a la OA.

De los 60 artículos consultados, 46 eran específicos de la especie equina, 3 de pequeños animales y 11 hacían referencia a todas las especies en general. De los 60 artículos consultados, 46 se referían a fisioterapia veterinaria. De estos, 17 se referían a la fisioterapia en general y 29 desarrollaban en concreto las diferentes terapias, de los cuales 2 se referían a la terapia láser, 5 a la terapia manual, 3 a la termoterapia y crioterapia, 2 a la hidroterapia, 2 a la electroterapia, 8 a la acupuntura, 2 a la terapia con ondas de choque, 1 al vendaje neuromuscular, 1 a los ultrasonidos terapéuticos, 1 al ejercicio controlado, 1 a la radiofrecuencia y 1 a la terapia con pulsos electromagnéticos.

Las referencias bibliográficas se han manejado con el gestor de referencias bibliográficas Zotero.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Definición y etiopatogenia de la artrosis u osteoartritis (OA)

El caballo ha sido apreciado históricamente por su capacidad atlética, su función en la guerra, el transporte y la agricultura, y actualmente en el deporte y el ocio. Debido a la elevada exigencia

a la que se somete su sistema locomotor, es frecuente que el caballo de deporte sufra osteoartritis, patología que se considera una problemática importante en el mundo del caballo, ya que, provoca cojera y disminución del rendimiento (Te Moller y Van Weeren, 2017).

Los términos artrosis y osteoartritis (OA) se usan con frecuencia como sinónimos, aunque existe una sutil diferencia entre ambos. La OA se caracteriza por la degeneración articular progresiva con presencia de síntomas clínicos como el dolor, la inflamación y la rigidez articular, mientras que la artrosis hace referencia al proceso degenerativo del cartílago articular en sí mismo (Biontech, 2023).

A pesar de este matiz en su significado, y al igual que en la literatura científica, en este trabajo se usan ambos términos indistintamente para referirse a la enfermedad degenerativa articular.

Para comprender el desarrollo de la artrosis es importante conocer la anatomía y fisiología de las articulaciones afectadas, así como la etiopatogenia de este proceso.

Las articulaciones más afectadas por esta patología son las articulaciones sinoviales (Imagen 1), que permiten cierta libertad de movimientos óseos. Están formadas por las superficies articulares de los huesos cubiertas por el cartílago articular y rodeadas por la cápsula articular y los ligamentos que delimitan la cavidad que contiene el líquido sinovial. La estabilidad de la articulación depende de la configuración ósea, ya que, el hueso subcondral determina la estructura de la articulación y confiere soporte al cartílago que lo recubre, los ligamentos, el sistema soporte de la cápsula y las unidades musculo-tendinosas que controlan la articulación (McIlwraith et al., 2020).

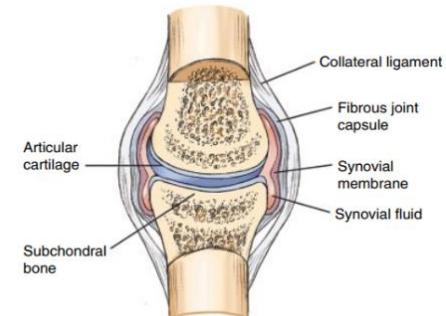


Imagen 1. Esquema de la articulación sinovial y sus componentes (McIlwraith et al., 2020)

La cápsula se compone de una capa externa fibrosa y una capa interna llamada membrana sinovial que ejerce tres funciones importantes: la fagocitosis, la regulación de la proteína y el ácido hialurónico presentes en el líquido sinovial, y la regeneración (McIlwraith et al., 2020).

El cartílago articular se compone de células, también llamadas condrocitos, organizadas en varias capas, y de la matriz extracelular (MEC). La MEC está formada por fibras de colágeno, proteoglicanos, otras proteínas estructurales y agua. Estos componentes interaccionan entre sí formando una red de soporte para los condrocitos. El colágeno de tipo II es el principal

componente de las fibras de colágeno de la MEC y confiere elasticidad al cartílago. Por otro lado, los proteoglicanos confieren resistencia al peso (McGowan y Goff, 2016; Baccarin et al., 2022).

El cartílago es un tejido muy organizado y avascular, lo que afecta a su capacidad de regeneración. La nutrición de los condrocitos se realiza por difusión simple, y tanto esta como la síntesis de la MEC se ven influenciadas por el movimiento de la articulación. El cartílago también es aneural, y por tanto, la propiocepción y la nocicepción de las articulaciones depende de las terminaciones nerviosas que llegan a la cápsula, los ligamentos, los músculos y el hueso subcondral (Cokelaere et al., 2016; McIlwraith et al., 2020).

Para comprender la etiopatogenia de la OA es importante definir la artrosis, conocer sus causas, la inflamación que se produce y los mediadores que participan, saber qué es la homeostasis articular y los cambios articulares que aparecen como consecuencia.

La artrosis se puede definir como una variedad de alteraciones articulares caracterizadas por presentar un mismo estadio final: la degeneración progresiva del cartílago articular acompañada de cambios en los huesos y tejidos blandos que conforman la articulación. La articulación se considera un órgano complejo formado por varios tejidos, y todos ellos pueden verse afectados. Además, la etiología de la artrosis es compleja y multifactorial, y la degeneración articular se agrava inexorablemente con el tiempo (Van Weeren y Back, 2016).

La OA puede aparecer como consecuencia de procesos primarios, que afectan al cartílago articular, o secundarios, es decir, provocados por traumas articulares aislados o repetidos en el tiempo. Dentro de las posibles causas secundarias se incluyen la sinovitis, la capsulitis, las lesiones de ligamentos asociados a la articulación y las fracturas intraarticulares. La OA se manifiesta con dolor, inflamación y disminución del rango de movilidad de la articulación. Estos síntomas aparecen en estadios avanzados, ya que como hemos dicho anteriormente, el cartílago es un tejido aneural y cuando se comienza a percibir dolor, el daño tisular ya es substancial (Van Weeren & Back, 2016; McIlwraith et al., 2020; Baccarin et al., 2022).

Cuando hablamos de una afección articular es importante tener en mente dos procesos patológicos: la inflamación de la membrana sinovial y la cápsula articular, y el daño físico o bioquímico que afecta al cartílago y al hueso. Actualmente, se desconoce si los procesos inflamatorios de la membrana sinovial ocurren primero, o si son consecuencia de la degradación articular o lesiones en el hueso subcondral. Pero está claro que estos participan en la progresión del deterioro articular. Los mediadores catabólicos e inflamatorios, como son las citoquinas, el óxido nítrico, las prostaglandinas y los neuropéptidos, producidos por la inflamación de la

membrana sinovial, estimulan la degradación de la MEC. Estos cambios en la MEC provocan alteraciones en el cartílago que hacen que la inflamación aumente creando así un círculo vicioso. La inflamación, tanto de la membrana sinovial como del hueso subcondral, desencadena un conjunto de reacciones complejas y regulado por mediadores inflamatorios (Imagen 2) (Baccarin et al., 2022).

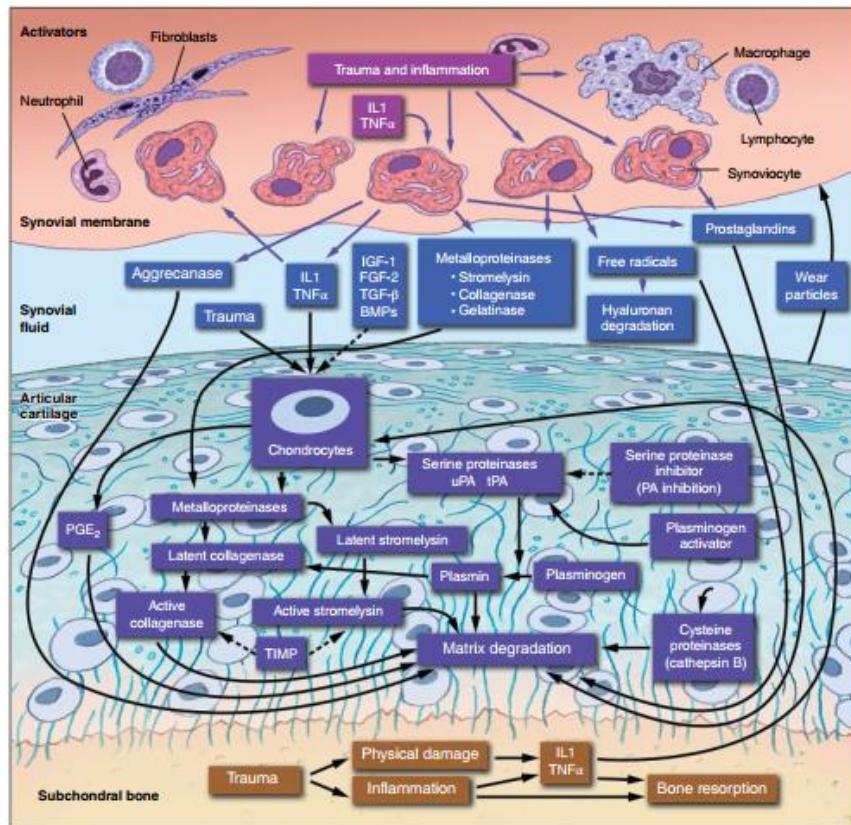


Imagen 2. Cadena de reacciones inflamatorias que conllevan el deterioro del cartílago articular (McIlwraith et al., 2020)

En condiciones normales la articulación y sus componentes son capaces de soportar cargas mecánicas y adaptarse al nivel de actividad sin sufrir daño ni que se produzca inflamación. De hecho, el ejercicio es beneficioso porque estimula la nutrición celular, y además aumenta el volumen y grosor del cartílago. Pero hay ocasiones en las que no se puede compensar el efecto de la carga y esto conlleva la pérdida de cartílago. Se produce entonces un desequilibrio entre la síntesis y degradación de la MEC, que lleva a la liberación de moléculas y enzimas que dañan el cartílago: los mediadores inflamatorios previamente citados, metaloproteinasas y aggrecanasas (McIlwraith et al., 2020; Baccarin et al., 2022).

Las citoquinas son péptidos que actúan como mediadores de la inflamación. En este caso destacan la interleucina 1 o IL1 y el factor de necrosis tumoral, ambos producidos por células de la membrana sinovial. Estos mensajeros químicos al unirse a los condrocitos y células de la membrana sinovial estimulan la síntesis de metaloproteinasas, inhiben la síntesis de

proteoglicanos, y estimulan la síntesis de prostaglandinas, favoreciendo el deterioro del cartílago (McIlwraith et al., 2020).

Dentro de las enzimas degradativas de la MEC podemos encontrar las metaloproteinasas, que incluyen colagenasas, gelatinasas y lisinas, y agrecanasas. En condiciones normales las metaloproteinasas están presentes pero su actividad está regulada por dos inhibidores, TIMP-1 y TIMP-2, y el equilibrio entre estas enzimas y sus inhibidores es de suma importancia en el mantenimiento de la integridad del cartílago. Entre las metaloproteinasas destaca el papel de la colagenasa 3 o MMP-13, ya que, degrada el colágeno de tipo II. Por otro lado, la agrecanasasa elimina el agrecano, que es el núcleo proteico de los proteoglicanos de la matriz (McIlwraith et al., 2020).

Las prostaglandinas tienen varios efectos: vasodilatación, aumento de percepción del dolor, degradación e inhibición de la síntesis de proteoglicanos de la MEC, desmineralización del hueso y aumento de la secreción de activador del plasminógeno, que a su vez activa las metaloproteinasas (McIlwraith et al., 2020).

Los radicales libres liberados por el daño tisular también tienen un papel importante, ya que rompen la unión del ácido hialurónico a los proteoglicanos, es decir, degradan la MEC (McIlwraith et al., 2020).

La inflamación y todos estos mediadores y enzimas llevan al establecimiento de una retroalimentación continua con efectos negativos sobre el cartílago que conlleva el deterioro progresivo de la articulación.

Este círculo vicioso inflamatorio que se instaura en la OA altera a la homeostasis de la articular, perpetuando la inflamación y provocando efusión articular. La homeostasis articular es el equilibrio dinámico que se establece entre los procesos catabólicos y anabólicos en la articulación, teniendo en cuenta todos sus componentes, y que es necesario para mantener la integridad y funcionalidad de los diferentes tejidos que la conforman (Van Weeren y Back, 2016; Te Moller y Van Weeren, 2017).

La actividad física es un factor importante en el mantenimiento de la homeostasis articular, ya que, puede tener efectos mecánicos directos sobre la integridad de la articulación. Por ejemplo, la aplicación repentina de una gran fuerza sobre la articulación puede causar lesiones articulares que terminan convirtiéndose en una OA postraumática. El ejercicio influye también en el metabolismo articular, ya que, la estimulación mecánica se traduce en señales bioquímicas que

regulan la actividad celular y estimulan la renovación de la MEC. De hecho, la actividad física es de vital importancia en la formación del cartílago articular en potros y la carencia total de movimiento resulta en la ausencia de cartílago. Pero un aumento de actividad puede llegar a ser desventajoso, porque reduce la capacidad de reparación del cartílago. En cuanto a la composición de la MEC, el ejercicio reduce la cantidad de colágeno y altera la red formada por este, aumenta la producción de proteoglicanos, y con cargas adecuadas aumenta la producción de proteínas no colágenas. Además, el nivel de actividad también influye en la vascularización de la articulación. El movimiento articular provoca cambios en la presión intraarticular entre los diferentes compartimentos y estimula el flujo de fluido sinovial, promoviendo su renovación y el mantenimiento de la presión negativa. Sin embargo, la sobrecarga de las articulaciones en ejercicios de alta intensidad afecta a la integridad de las estructuras articulares, provocando un aumento de la presión intraarticular, que destruye la red capilar y neuronal, e inflamación. Esto tiene efectos negativos sobre la vitalidad de los condrocitos, deriva en daños irreparables del cartílago y afecta a la propiocepción y nocicepción, además de reducir la vascularización, lo que conlleva la pérdida de la homeostasis. Por lo tanto, a pesar de que el ejercicio es indispensable para la maduración de las articulaciones y el mantenimiento de la homeostasis, la línea que separa sus beneficios de sus efectos perjudiciales es muy fina, y es importante establecer niveles adecuados de actividad, teniendo en cuenta la edad y el estado del animal, para preservar la funcionalidad articular (Te Moller y Van Weeren, 2017).

La pérdida de la homeostasis debida a la inflamación produce cambios articulares progresivos. El proceso comienza con una inflamación aguda de la membrana sinovial que conlleva la alteración bioquímica del cartílago, sin cambios morfológicos. Al persistir esta inflamación y con la pérdida de MEC aparece el daño morfológico. Se establece así un ciclo de condromalacia e inflamación que puede derivar en la erosión de todo el grosor articular. El problema de estas alteraciones es que el cartílago tiene poca capacidad de regeneración y reparación, y nunca será completamente efectiva. La profundidad de la lesión, el tamaño, la localización, la carga que soporta la zona y la edad del animal influyen en la capacidad de reparación de la superficie articular dañada. Además, el tejido de reparación se compone de fibras de colágeno tipo I, es decir, se forma fibrocartílago, cuyas propiedades son peores y cuyo fracaso mecánico es frecuente con paso del tiempo (McIlwraith et al., 2020).

5.2. Diagnóstico de la OA

El diagnóstico de la OA se basa en los signos clínicos, pruebas de diagnóstico por imagen y análisis de los biomarcadores del líquido sinovial. Los signos clínicos que presente el caballo aparecerán

de forma intermitente y habrá períodos de tiempo en los que el animal cojee y períodos en los que no, pero conforme progrese la enfermedad sí que podremos observar la reducción del rango de movilidad de la articulación, por los cambios estructurales que se producen en los tejidos y que empeoran con el paso del tiempo (Van Weeren y Back, 2016; Baccarin et al., 2022).

La radiología es la técnica de diagnóstico por imagen más empleada y con ella podemos ver alteraciones en los huesos que componen la articulación, formaciones irregulares de hueso y reducción del espacio articular, entre otros. Pero no podremos ver cambios sutiles en el hueso ni alteraciones en los tejidos blandos. Por ello, se emplea la ecografía para acompañar a las radiografías, ya que, esta sí permite valorar cambios en los tejidos blandos, como puede ser el cartílago articular. Además, con el modo Doppler podemos observar el incremento de vascularización en la membrana sinovial cuando está inflamada. En combinación con las anteriores se usa la elastosonografía que nos permite detectar la reducción de elasticidad de la cápsula (Baccarin et al., 2022).

La artroscopia es un método quirúrgico que también puede ser utilizado en el diagnóstico de la artrosis. Permite visualizar directamente las estructuras articulares y valorar la integridad, rigidez y grosor del cartílago, el estado de los ligamentos y el aspecto de la membrana sinovial. Sin embargo, esta técnica no es útil para diagnosticar cambios estructurales y de composición del cartílago en estadios tempranos de la OA (Baccarin et al., 2022).

Esta cirugía es una técnica invasiva, cara, que requiere anestesia general y que puede presentar complicaciones, como la contaminación de la articulación. Asimismo, para realizarla es necesario contar con un quirófano y el material específico.

La resonancia magnética (RMN) permite examinar detalladamente las estructuras sinoviales. Con el fin de identificar de forma temprana los cambios articulares morfológicos y valorar el grosor, el volumen y la superficie del cartílago articular se requiere de sistemas de alto campo, cuya potencia es mayor. Además, se han desarrollado técnicas cuantitativas que permiten la identificación de cambios bioquímicos y biomecánicos en el cartílago que preceden a las alteraciones morfológicas (Baccarin et al., 2022).

La tomografía computarizada (TC) nos proporciona una imagen más detallada del hueso que la radiografía, pero no permite valorar el tejido blando. Por ello, se complementa con el uso de contrastes iodados que permiten valorar cuantitativamente el cartílago articular y sus alteraciones bioquímicas y biomecánicas, como en el caso de la resonancia (Baccarin et al., 2022).

Sin embargo, la TC y la RMN presentan inconvenientes importantes. Requieren equipos costosos e infraestructura adecuada, además de posiciones específicas de las articulaciones y que el paciente permanezca inmóvil durante varios minutos. Pero estos equipos a menudo provocan miedo o estrés en los pacientes, lo que dificulta la realización de la prueba y hace necesaria la sedación.

Por último, los cambios que sufre la articulación en un proceso degenerativo se ven reflejados en cambios en la composición molecular del líquido sinovial, que pueden ser valorados con un perfil de biomarcadores. Un biomarcador se define como una característica medible y evaluable objetivamente que sirve como indicador de procesos biológicos normales, patológicos, o la respuesta a terapias implantadas. En el diagnóstico de la OA se emplea la medición de biomarcadores del líquido sinovial, como son las citoquinas proinflamatorias, enzimas como las metaloproteinasas de la MEC y productos de la degeneración del cartílago (Te Moller y Van Weeren, 2017; Baccarin et al., 2022).

5.3. Tratamientos convencionales de la OA

El tratamiento convencional de la artrosis engloba tratamientos médicos sistémicos e intraarticulares, y métodos quirúrgicos. Ninguna terapia de forma individual es capaz de detener la progresión de la OA, por ello, lo frecuente es combinar métodos de tratamiento con el fin de mejorar el pronóstico y recuperar el rendimiento deportivo del paciente (Baccarin et al., 2022).

5.3.1. Tratamientos médicos

El objetivo del tratamiento médico es asegurar que la articulación recupera su función lo antes posible y evitar los efectos negativos derivados de la inflamación, minimizando la cojera y el dolor. Sin embargo, hay que tener en cuenta que se trata de una enfermedad progresiva y el tratamiento va a ser paliativo, con el fin de proporcionar alivio de los síntomas y mejorar la calidad de vida del caballo (McIlwraith, 2011; Cokelaere et al., 2016).

De forma sistémica se suelen administrar antiinflamatorios no esteroideos (AINEs), pero debido a sus efectos adversos, su uso debe estar muy controlado. Actúan inhibiendo la formación de prostaglandinas. Para ello impiden la actividad de las enzimas ciclooxygenasas (COX-1 y COX-2). La enzima COX-1 tiene especial importancia en el equilibrio fisiológico de los sistemas gastrointestinal y renal y participa menos en la cascada de la inflamación, mientras que la COX-2 se asocia principalmente a la respuesta inflamatoria. Por ello, aunque el AINE más usado generalmente es la fenilbutazona, es preferible el uso de inhibidores específicos de la COX-2,

como el firocoxib, que tienen menos efectos negativos sobre el sistema gastrointestinal. Pero estos fármacos no sirven como solución a largo plazo para el tratamiento de esta patología (McIlwraith, 2011; Baccarin et al., 2022).

Los nutracéuticos son suplementos dietéticos administrados vía oral para tratar o prevenir enfermedades. Los utilizados en el tratamiento de enfermedades articulares se denominan condroprotectores, y se utilizan para aumentar la síntesis de colágeno, proteoglicanos y ácido hialurónico, inhibir las enzimas que destruyen el cartílago e inhibir la síntesis de fibrina en los vasos sanguíneos sinoviales y subcondrales. Sin embargo, debido a la falta de estudios, se desconoce su seguridad y eficacia. Los condroprotectores más empleados son el condroitín sulfato y la glucosamina (Richardson y Loinaz, 2007; Vervuert y Stratton-Phelps, 2021).

Las terapias o inyecciones intraarticulares consisten en administrar tratamientos directamente a nivel de la articulación, lo que permite aumentar la eficacia del tratamiento. Se suelen emplear corticoesteroides, ácido hialurónico, glicosaminoglicanos polisulfatados, hidrogel de poliacrilamida y terapias regenerativas. Los corticoesteroides son potentes antiinflamatorios y en las inyecciones intraarticulares se suelen usar la betametasona, la metilprednisolona y la triamcinolona. Su uso debe estar controlado y no se recomienda realizar más de 4 infiltraciones con estos productos al año. Esto se debe a que su uso a largo plazo puede ser perjudicial para el cartílago por sus efectos condrotóxicos y puede provocar laminitis asociada a su administración, sobre todo en pacientes adultos o geriátricos, en los que el riesgo es mayor porque es más probable que presenten desórdenes endocrinos. También están contraindicados en lesiones agudas porque retrasan la cicatrización. El tratamiento intraarticular con ácido hialurónico tiene como objetivo mejorar la viscosidad del fluido sinovial e incrementar la secreción endógena de ácido hialurónico. Está indicado en el tratamiento de cojeras leves y moderadas asociadas a artrosis. La vía de administración más eficaz para conseguir una alta concentración en la articulación es la intraarticular, aunque se han desarrollado también tratamientos orales e intravenosos. Por otro lado, la inyección de ácido hialurónico no suele ser suficiente para reducir los síntomas de cojera y por ello se suele combinar con la administración de triamcinolona. Otro compuesto que se puede usar en la terapia intraarticular son los glicosaminoglicanos polisulfatados que actúan: promoviendo la actividad metabólica de los condrocitos, inhibiendo la degradación del cartílago articular, enlenteciendo la progresión de la artrosis y estimulando la síntesis de glicosaminoglicanos y ácido hialurónico. También se usa el hidrogel de poliacrilamida, que es un polímero atóxico, no inmunógeno, estable y homogéneo. Tiene una estructura y función similar al ácido hialurónico, pero a diferencia de este, podría ser eficaz en tratamientos

a largo plazo. Se han llevado a cabo ensayos clínicos que demuestran su eficacia, duración y seguridad, pero para entender completamente su mecanismo de acción es necesario profundizar en la investigación de este compuesto (Contino, 2018; Tnibar, 2022; Baccarin et al., 2022).

En el tratamiento de la OA también se puede aplicar la medicina regenerativa. Para ello se emplean compuestos ortobiológicos, los cuales proceden de componentes naturales de los tejidos del propio animal o de donantes compatibles. Las terapias regenerativas podrían modificar la progresión de la enfermedad, y no solo los síntomas, y mejorar el pronóstico a largo plazo. A estas sustancias pertenece el suero autólogo, que se obtiene procesando la sangre de caballos mediante kits comerciales. Tiene un alto contenido en IL-1ra (antagonista del receptor de la IL-1), una citocina que ayuda a reducir la inflamación, sin un aumento concomitante de IL-1 o TNF. Otro compuesto ortobiológico es el plasma rico en plaquetas (PRP), que se obtiene del plasma del propio paciente y contiene una elevada concentración de plaquetas. Las plaquetas contienen factores de crecimiento que al liberarse estimulan la remodelación del tejido e inhiben la actividad catabólica e inflamatoria. Sin embargo, es difícil determinar su eficacia y comparar los estudios existentes, ya que, la composición de los PRPs varía mucho según el método de preparación y aplicación, y las características del individuo. De cara al futuro, será necesario llevar a cabo más estudios y estandarizar protocolos de preparación y aplicación de los PRPs. Por último, dentro de las terapias regenerativas destaca el uso de células madre mesenquimales (MSCs de su abreviación en inglés). Se pueden usar productos autólogos, que proceden del propio paciente, o alogénicos, en los que el donante es otro caballo, y han sido empleadas para tratar lesiones de tendones y ligamentos, lesiones del cartílago y OA, y lesiones del hueso, tanto agudas como crónicas. Su papel terapéutico se asocia a sus propiedades inmunomoduladoras. Existen estudios *in vitro* que demuestran que las MSCs producen sustancias específicas del cartílago que favorecen su reparación, como son el agrecano, los glicosaminoglicanos y el colágeno de tipo II. Sin embargo, al igual que en el caso anterior, se requiere más investigación para determinar su eficacia, porque se desconoce el mecanismo de acción *in vivo* de esta terapia y es difícil comparar entre sí los estudios actuales por la heterogeneidad que presentan las MSCs según el tejido del que se obtienen, su preparación y la técnica de aplicación (McIlwraith, 2011; Barrachina et al., 2020; Garbin & Olver, 2020; Baccarin et al., 2022; Watts, 2023).

5.3.2. Tratamientos quirúrgicos

Dentro de los tratamientos quirúrgicos para las afecciones articulares hay tres categorías: paliativos, reparativos y restaurativos. Todos estos se llevan a cabo mediante artroscopia. El

tratamiento paliativo se basa en desbridar el defecto del cartílago y lavar la articulación, lo que permite disminuir el dolor y mejorar el funcionamiento de la articulación. Los tratamientos reparativos estimulan la médula ósea, penetrando la placa del hueso subcondral para favorecer la reparación endógena, y liberando células madre pluripotentes y factores de crecimiento en la zona del defecto. Los tratamientos restaurativos incluyen los basados en el trasplante de tejidos, como la adhesión del cartílago con polidioxanona, los injertos osteocondrales, los injertos de cartílago particulado, y los basados en el trasplante de células (McIlwraith, 2011; Cokelaere et al., 2016).

Cuando los tratamientos anteriores no logran restaurar el rendimiento deportivo o la calidad de vida del caballo, se puede optar por una artrodesis, que consiste en fusionar quirúrgicamente la articulación. Se puede realizar en articulaciones de poca movilidad para que el caballo retome su carrera deportiva, y en articulaciones con alto grado de movilidad cuando es necesaria para mejorar el confort y garantizar su calidad de vida, aunque no pueda continuar compitiendo (Baccarin et al., 2022).

5.4. La fisioterapia animal

Desde el punto de vista de la medicina humana, la fisioterapia se define como la optimización de la función y reducción de la discapacidad en pacientes con diversas patologías o enfermedades. La fisioterapia animal es una extensión de los conocimientos de su práctica en humanos, pero teniendo en cuenta sus diferencias anatómicas, fisiológicas y comportamentales. Esta disciplina tiene varios objetivos: la optimización de la recuperación tras enfermedades o lesiones, el manejo de patologías musculoesqueléticas, la mejora del rendimiento deportivo y la minimización de la discapacidad o limitaciones asociadas a enfermedades degenerativas. En esta se incluye el asesoramiento y tratamiento de patologías musculoesqueléticas y neurológicas, así como la valoración de estos sistemas (Veenman, 2006; McGowan y Cottrall, 2016; Kumari, 2021).

Los fisioterapeutas se centran en el diagnóstico funcional, es decir, saber cuáles son los procesos neurofisiológicos y patológicos de los sistemas motor y nervioso que provocan el dolor y la discapacidad motora. Las habilidades que debe poseer un fisioterapeuta para el éxito de la valoración funcional del paciente son las siguientes: debe tener una buena comunicación con el tutor, entrenador o manipulador, poseer capacidad de observación, conocer en profundidad la anatomía y la biomecánica del caballo, poder realizar o dirigir pruebas de movimiento, sensibilidad y capacidad de palpación, y saber interpretar en conjunto todos los datos que

obtenga de estas evaluaciones. Mientras que el veterinario clínico se centra en el diagnóstico anatomopatológico, es decir, conocer el proceso patológico y su localización. Aunque el objetivo de ambos es similar: la restauración y mantenimiento de la capacidad atlética (McGowan et al., 2007; Goff, 2016).

Los animales en los que se emplea la fisioterapia con mayor frecuencia son los perros y los caballos, aunque en menor medida también se aplica en vacas, ovejas, cabras, gatos y animales exóticos. La fisioterapia en el caballo de deporte busca restaurar la capacidad funcional y permitir que recupere y mantenga su rendimiento deportivo, empleando métodos físicos para tratar el dolor, las enfermedades y las lesiones. Esta sido el motor principal de la evolución de la fisioterapia veterinaria en todo el mundo, pero actualmente el campo de mayor crecimiento en esta disciplina es el de los pequeños animales (Veenman, 2006; Minguell, 2014; Atalaia et al., 2021).

En cuanto a su situación actual, esta disciplina es un campo en expansión debido al creciente interés y demanda por parte de los clientes. Sin embargo, apenas existen ensayos clínicos estandarizados y la mayoría de la bibliografía se trata de estudios descriptivos basados en la experiencia personal del autor donde se citan los pocos estudios llevados a cabo (Veenman, 2006; Atalaia et al., 2021).

Además, en algunos países no está definido por vía legal de quién es competencia la fisioterapia animal. En España, se han dado casos de intrusismo laboral por el ejercicio de la fisioterapia en animales por parte de titulados en el Grado de Fisioterapia sin formación específica en fisioterapia animal y sin diagnóstico veterinario previo. El veterinario rehabilitador debería ser el que diagnostica y establece el plan de rehabilitación en función de los objetivos del tratamiento. Una vez establecido el plan, existen auxiliares y fisioterapeutas que se pueden formar en fisioterapia animal, pero solo pueden actuar bajo la supervisión del veterinario. Por ejemplo, en Reino Unido la ley establece que para que un fisioterapeuta, no graduado en veterinaria, pueda tratar a un animal debe estar respaldado por el diagnóstico de un veterinario, es decir, no tienen autonomía profesional, y algunas técnicas específicas, como la acupuntura, solo pueden llevarlas a cabo veterinarios (Veenman, 2006; Diario Veterinario, 2022).

Para el tratamiento de enfermedades del sistema locomotor es necesario contar con un diagnóstico anatomopatológico, elaborado por el veterinario, y un diagnóstico funcional, elaborado por el especialista en fisioterapia animal. En caso de que el segundo sea a su vez

Graduado en Veterinaria, su formación permite tener un enfoque global del problema, que al fin y al cabo es lo que exige la legislación en otros países, como Reino Unido.

5.5. Tratamiento de la OA con fisioterapia

La OA puede afectar a la propriocepción, la sincronización muscular, el equilibrio y a la amplitud de movimiento, y por ello es lógico incorporar en su tratamiento la fisioterapia, aunque muchos de los métodos empleados en esta disciplina carecen de evidencia científica. Para el desarrollo de un programa de rehabilitación es necesaria la colaboración del veterinario y el fisioterapeuta, en caso de ser personas distintas, el entrenador, el herrador y el paciente (Contino, 2018; Haussler, et al., 2021a; Baccarin et al., 2022).

Antes de elaborar el protocolo de rehabilitación es necesario llevar a cabo un examen completo del paciente que debe incluir la historia clínica, un examen visual desde la distancia para valorar la conformación, simetría y postura, el examen estático que incluye la palpación y manipulación de los miembros, el examen dinámico, las pruebas de flexión, los bloqueos anestésicos y las prueba de diagnóstico por imagen. Esta evaluación del paciente permite conocer la localización de la lesión, la patología presente y el estado de evolución. Esto es importante, ya que, el patrón normal de movimiento y las fuerzas que actúan sobre la articulación afectada condicionan el tratamiento a elegir (McGowan y Goff, 2016).

El tratamiento debe ser equilibrado, es decir, tiene que evitar los efectos negativos de la inmovilización de tejidos en reparación sin provocar un estrés excesivo sobre los mismos. La inmovilización articular altera la función muscular, promueve la degeneración, provoca inestabilidad y pérdida de flexibilidad, y estimula la fibrosis (Haussler et al., 2021a).

Dentro de la fisioterapia, existen diversas técnicas de tratamiento, aunque ninguna es eficaz en todas las fases del proceso y deben combinarse para adaptarse a las necesidades del paciente. En las fases iniciales o agudas, el objetivo es reducir el dolor y limitar los efectos adversos de la inflamación articular. Y a largo plazo, se busca la vuelta al ejercicio habitual y evitar la reagudización de la lesión, recuperando la estructura y funcionalidad de los tejidos (Haussler et al., 2021a; Baccarin et al., 2022).

Los problemas que abordar mediante la rehabilitación, en orden de prioridad, son los siguientes: dolor, déficits en la propriocepción, rigidez, debilidad y fatiga, y control neuromuscular. El dolor se considera el primer punto de intervención, dado que su presencia hace poco ético pretender que el paciente realice ejercicios o estiramientos (Haussler, 2018).

El manejo del dolor es un objetivo importante en el tratamiento de las patologías del aparato locomotor y en concreto de la artrosis, ya que, se trata de una patología degenerativa y crónica, cuyo tratamiento es paliativo, y que cursa con dolor articular.

Valorar el dolor es difícil debido a la complejidad y plasticidad del sistema nervioso y su mecanismo de transmisión. Sin embargo, los avances en el diagnóstico y las terapias para modificar el dolor han mejorado la capacidad para aliviarlo. Algunos ejemplos de signos que podemos observar en casos de dolor son anorexia, apatía, posición baja de la cabeza, cambios en el comportamiento, sudoración y signos en la expresión facial. El dolor también se puede valorar estableciendo el grado de cojera que presenta el paciente, realizando los test de flexión y análisis cinemáticos, usando escalas de medición del dolor y comprobando la respuesta al tratamiento. En el tratamiento convencional de la OA para disminuir el dolor y la inflamación se administran antiinflamatorios de forma sistémica, corticoesteroides intraarticulares y otros fármacos y terapias, que se pueden complementar con la fisioterapia. Dentro de la fisioterapia, pueden ser útiles en el manejo del dolor varios métodos terapéuticos (Daglish y Mama, 2016; Baccarin et al., 2022).

A continuación, se hablará más detalladamente de los diferentes métodos terapéuticos de fisioterapia más usados en el tratamiento de la OA.

5.5.1. Terapia con láser

La terapia con láser modula la actividad celular mediante un proceso denominado fotobioestimulación que se define como la interacción no térmica de radiación monocromática con un punto diana. La luz láser es monocromática, sus fotones viajan en la misma fase y dirección y su divergencia es mínima al aumentar distancia. Estas propiedades la diferencian de la luz normal, y permiten su absorción y transmisión a través de los tejidos, y el tratamiento preciso de pequeñas áreas corporales. El láser se puede emplear tanto en rehabilitación como en cirugías, sin embargo, los tipos de láser empleados en la rehabilitación se aplican con menor potencia para evitar la destrucción térmica de células y tejidos (Millis y Levine, 2014).

No se conoce con exactitud el mecanismo de acción de la terapia con láser, aunque se ha documentado que a nivel celular favorece la producción de adenosín trifosfato (ATP), estimula la actividad y proliferación de fibroblastos, intensifica el metabolismo celular y mejora la síntesis de colágeno. Además, produce analgesia porque inhibe la inflamación de la cápsula articular, aunque su eficacia depende del paciente y los parámetros de aplicación de la terapia. Tampoco existe un consenso sobre los protocolos óptimos ni su eficacia. En la práctica se emplean

diferentes fuentes de luz y parámetros, como la amplitud de la onda, la zona irradiada, la intensidad y el tiempo del tratamiento. Esto se debe a que a pesar de haber estudios sobre el uso de esta terapia en perros, gatos y caballos, estos son de baja calidad y sus resultados son difíciles de comparar por la variedad de parámetros empleados en cada uno y la falta de detalle en la descripción del tratamiento (Daglish y Mama, 2016; Zielińska et al., 2022; Millis y Bergh, 2023).

A finales de 2022, Zielińska y colaboradores publicaron un estudio sobre el tratamiento con láser de alta intensidad en 11 caballos con esparaván. Esta patología es la causa más común de cojera de la extremidad posterior en el caballo. Tras la aplicación del protocolo de tratamiento ampliamente descrito en el estudio, 7 de los 11 caballos recuperaron su rendimiento deportivo previo, y se observó que en un 72% había mejorado el grado de cojera, y que tres de ellos, cuyo grado de cojera antes del tratamiento era bajo, no presentaban ninguna cojera tras este (Imagen 3). Además, ni durante ni después del tratamiento se observaron efectos negativos sobre las extremidades tratadas, ni empeoramiento en la cojera. Con estos resultados se llegó a la conclusión de que la aplicación de láser de alta intensidad reduce el dolor articular, disminuyendo la cojera, aunque no se conoce su mecanismo de acción (Zielińska et al., 2022).

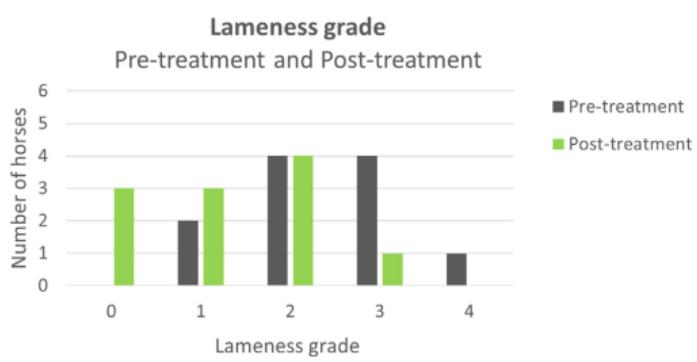


Imagen 3. Grados de cojera que presentan los caballos antes (en gris) y después (en verde) del tratamiento con láser de alta intensidad (Zielińska et al., 2022).

El estudio presenta limitaciones, ya que, aunque cuente con una descripción amplia de los parámetros utilizados y el método de aplicación de la terapia, el tamaño muestral es muy pequeño, y los caballos no fueron elegidos al azar, si no en base a sus signos clínicos. Por ello, no se puede determinar que esta terapia sea una alternativa no invasiva y no farmacológica en el manejo del dolor articular en pacientes con esparaván, y se necesitan estudios de mayor tamaño para conseguir más información sobre el tratamiento de la OA con la terapia con láser (Zielińska et al., 2022).

De cara al futuro es necesario realizar ensayos clínicos de calidad y estandarizados para poder determinar la eficacia y uso adecuado de la terapia con láser en animales, ya que, los disponibles hasta la fecha no permiten demostrar ni comparar científicamente el beneficio del uso de esta terapia en animales para el tratamiento de patologías del aparato locomotor.

5.5.2. Terapia manual

La terapia manual es un campo importante de la fisioterapia equina en la que se emplean técnicas de movilización, pasiva o activa asistida, y manipulación para el manejo del dolor y las disfunciones musculoesqueléticas. Se puede aplicar con diferentes amplitudes, velocidades y posiciones dentro del rango de movimiento de la articulación, y por ello diferenciamos entre la manipulación y la movilización. Tanto la movilización como la manipulación están indicadas en articulaciones con una disminución del rango de movimiento, espasmos musculares, dolor, fibrosis o tejidos blandos contracturados. Y los objetivos principales de la terapia manual son: restaurar la movilidad articular, estimular los reflejos neurológicos, y reducir el dolor y la hipertonicidad muscular (Goff, 2009; Haussler, 2016; Haussler et al., 2021b; Balcer et al., 2023).

En la movilización se aplican movimientos repetitivos dentro del rango de movilidad fisiológico de la articulación para estirar el tejido conectivo y restaurar el end-feel normal de la articulación, que es la sensación final que percibe el fisioterapeuta en el límite del rango de movimiento pasivo. El objetivo de la movilización, pasiva o activa asistida, es reducir el dolor, restaurar la elasticidad y la movilidad de tejidos y articulaciones. Esta es sencilla de aplicar, requiere menos habilidades, comporta menos riesgos y puede usarse en presencia de inflamación y dolor agudo, a diferencia de la manipulación. La manipulación es un procedimiento manual en el que se aplica una fuerza rápida y directa no repetitiva que moviliza la articulación más allá del rango de movimiento fisiológico, sin exceder sus limitaciones anatómicas, y se suele emplear para tratar el dolor y la rigidez articular localizados sin centrarse en el tejido blando que rodea la articulación (Haussler, 2016; Haussler et al., 2021b).

Estas técnicas, además de usarse como tratamiento, permiten evaluar el rango de movilidad de la articulación, dentro del cual podemos encontrar tres zonas: la fisiológica, la parafisiológica y la patológica (Imagen 4). Para realizar esta valoración es necesaria la cooperación y relajación del paciente durante el movimiento pasivo de la articulación. Las técnicas de evaluación de la terapia manual proporcionan información detallada sobre el tejido blando, óseo y articular. El end-feel se percibe por un aumento de resistencia a la movilización pasiva de la articulación. En una articulación normal la resistencia al movimiento aparece de forma suave y aumenta gradualmente. Mientras que, en una articulación con un end-feel patológico

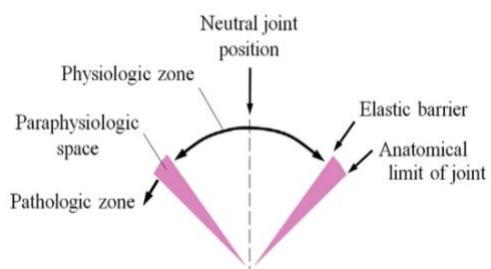


Imagen 4. Esquema de las zonas del rango de movimiento articular: fisiológica, parafisiológica y patológica (Haussler, 2016).

esta aparece de forma dura y abrupta. La disminución del rango de movimiento y la presencia de dolor suele asociarse a varias patologías, entre las que se incluyen las intraarticulares, como es el caso de la OA (Haussler, 2016, 2018).

La terapia manual está contraindicada en casos de fracturas, inflamación aguda o sepsis articular, osteomielitis, anquilosis, hemorragias, trastornos neurológicos progresivos o tumores primarios y secundarios. Hay que tener en cuenta que no es eficaz para revertir procesos degenerativos, y que las enfermedades graves que requieran tratamiento médico o quirúrgico se deben tratar primeramente con estos, y a posteriori elaborar un protocolo de terapia manual (Haussler, 2016).

En el caso de lesiones articulares se recomienda el uso de estiramientos, movilización pasiva y manipulación. Los estiramientos favorecen la elongación de tejidos blandos mejorando su extensibilidad, lo que mejora la movilidad articular. La movilización pasiva favorece el flujo sanguíneo y linfático a los tejidos, aumentando su viabilidad y reduciendo el dolor, el edema y la efusión de líquido sinovial. Mientras que la manipulación afecta a los mecanorreceptores y nociceptores, alterados por la patología presente, inhibiendo el dolor y promoviendo la relajación muscular y la corrección de anormalidades en el movimiento. En el caso de lesiones crónicas o recurrentes de difícil diagnóstico o que no responden al tratamiento convencional también está indicada la terapia manual, aunque tanto la movilización como la manipulación son más efectivas en estadios clínicos tempranos que en fases terminales (Haussler, 2016).

En la movilización pasiva y activa asistida se realizan movimientos de retracción y protracción para valorar las estructuras que conforman la extremidad, la fuerza, la coordinación, el end-feel, la habilidad para llevar a cabo estos movimientos, y con fines terapéuticos. En la retracción, pasiva o activa asistida, el caballo debe ser capaz de mover caudalmente a la vertical la extremidad con facilidad y confort (Imagen 5). En la protracción la extremidad se moviliza de forma pasiva o activa asistida cranealmente y se produce el estiramiento de las estructuras caudales de la extremidad (Imagen 6) (Haussler, 2018).

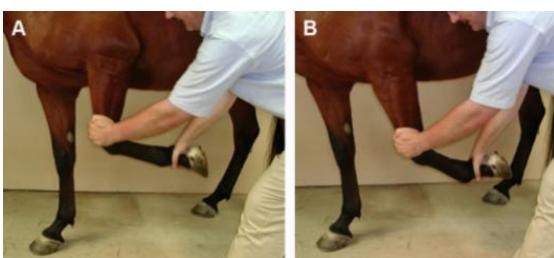


Imagen 5. A: retracción pasiva de la extremidad anterior izquierda. B: retracción activa asistida de la extremidad anterior izquierda (Haussler, 2018).



Imagen 6. A: protracción pasiva de la extremidad anterior izquierda. B: protracción activa asistida de la extremidad anterior izquierda (Haussler, 2018).

Los estiramientos (Imagen 7) pueden ser activos, en los que se utiliza el propio movimiento del paciente motivado por algún estímulo, o pasivos, que se aplican sobre músculos y tejido conectivo en reposo durante la movilización pasiva de tejidos blandos. La dirección, velocidad, amplitud y duración del movimiento empleado dependen de la respuesta al tratamiento y los signos de dolor del paciente. Son más efectivos cuando se realizan de forma lenta, cíclica, sostenida y con poca carga, ya que, si son demasiado intensos o rápidos pueden causar trauma adicional en los tejidos lesionados. Los cílicos son más cómodos, fisiológicos, y beneficiosos a nivel biomecánico y neurológico. De todas formas, se deben utilizar con precaución en el tratamiento de lesiones agudas y su intensidad se debe aumentar conforme el tejido recupere su resistencia, de acuerdo con la tolerancia y habilidad del paciente (Haussler, 2016, 2018).



Imagen 7. Estiramiento activo del cuello (Baccarin et al., 2022).

La terapia manual alivia alteraciones sensoriales, neuromusculares y mecánicas, y aunque se desconoce el mecanismo exacto, disminuye el dolor y aumenta el umbral del paciente al mismo. Se ha sugerido que produce analgesia activando neuronas aferentes y sistemas inhibitorios de la nocicepción. La movilización y manipulación articular son efectivas para el manejo del dolor y déficits neuromusculares mediante efectos mecánicos y neurológicos. Por último, los masajes, que consisten en la movilización suave de tejidos blandos, mejoran el riego sanguíneo, reducen el dolor asociado al daño tisular, y liberan endorfinas y serotonina, modulando la percepción del dolor (Daglish y Mama, 2016; Haussler, 2018).

Estas terapias tienen un uso clínico generalizado, pero carecen de evidencia sólida sobre su eficacia. A pesar de que hay estudios que reportan efectos positivos, más numerosos en el caso de equinos que de pequeños animales, estos son de calidad moderada a baja y muy heterogéneos en cuanto a intensidad, duración y parámetros de seguimiento, lo que dificulta determinar su eficacia. Para sacar conclusiones es necesario establecer métodos cualitativos y cuantitativos para medir los efectos de la terapia manual y realizar estudios con grupos de control y seguimiento a largo plazo. Además, de profundizar en su uso en las articulaciones apendiculares, ya que, la mayoría de los estudios se centran en el dorso y la columna vertebral (Haussler et al., 2021b).

La terapia manual se compone de diferentes técnicas, que permite valorar la funcionalidad del sistema locomotor y tratar lesiones que afecten al mismo. Su uso está en auge y se han registrado efectos positivos de la aplicación de esta en animales, pero con el fin de elaborar protocolos

estandarizados y conocer en profundidad su eficacia se deben llevar a cabo estudios de mayor calidad.

5.5.3. Crioterapia y termoterapia

La crioterapia y la termoterapia consisten en la aplicación de frío y calor respectivamente sobre la piel con el fin de modificar la temperatura cutánea, intraarticular y de tejidos blandos. Ambas son baratas y su uso es sencillo. La crioterapia se emplea en lesiones agudas, y la termoterapia se suele aplicar una vez resuelta la fase aguda de la inflamación y mejora la movilidad de articulaciones y tendones (Buchner y Schildknecht, 2006; Atalaia et al., 2021).

La crioterapia tiene efecto analgésico y antiinflamatorio. Produce vasoconstricción periférica y disminuye la perfusión de los tejidos, lo que reduce la inflamación, el metabolismo tisular y el dolor. A nivel local reduce la liberación de mediadores inflamatorios, inhibe la degradación enzimática y disminuye la necesidad de oxígeno de las células. La mayoría de los estudios sobre el uso de la crioterapia en caballos se basan en el tratamiento y prevención de la laminitis, ya que, es de gran utilidad en el tratamiento de su fase aguda. Los métodos de crioterapia locales son los únicos empleados actualmente en caballos e incluyen la colocación de bolsas de fluido llenas de hielo en la zona a tratar, la inmersión en agua fría y el uso de dispositivos comerciales, como las botas de frío. Aunque se está estudiando el uso de la crioterapia de cuerpo completo o parcial en animales, que permitiría emplear temperaturas más bajas y acortar el tiempo de tratamiento (King, 2016; Roszkowska et al., 2018; Quam et al., 2021; Lüthy, 2021).

La termoterapia tiene efecto vasodilatador y analgésico, relaja la musculatura y reduce la rigidez articular. La vasodilatación reduce la inflamación y el edema, y aumenta el flujo de sangre, la oxigenación y el metabolismo celular. La analgesia se produce por la estimulación de los termorreceptores locales que liberan opioides endógenos. Para la aplicación de calor superficial se suelen emplear la hidroterapia con agua caliente, packs de calor y dispositivos comerciales. El agua suele usarse a una temperatura de 40 a 45 grados, aunque se puede emplear a mayor temperatura protegiendo la piel de forma adecuada (Kaneps, 2016; King, 2016; Atalaia et al., 2021).

Es interesante destacar que, a pesar de que sus acciones sobre la perfusión tisular y la vascularización son opuestas, tanto la crioterapia como la termoterapia pueden tener efectos positivos sobre patologías musculoesqueléticas y son útiles en el manejo del dolor, y por lo tanto en el tratamiento de la OA.

5.5.4. Hidroterapia

La hidroterapia se emplea en humanos para el tratamiento de lesiones primarias del sistema locomotor y limitar los efectos adversos de sus mecanismos compensatorios. De hecho en personas con OA en articulaciones distales, la hidroterapia mejora la capacidad de carga de las articulaciones, su rango de movimiento y el equilibrio (King, 2016).

La hidroterapia incluye la natación y el ejercicio acuático en cinta, que reducen el estrés de carga de la extremidad, mejoran el rango de movimiento articular, disminuyen el dolor y la inflamación, y mejoran la fuerza muscular, la coordinación y la resistencia física. Se emplea en la rehabilitación del sistema locomotor en equinos y otras especies debido a las propiedades físicas del agua, que hacen de esta un medio en el que hay elevada flotación, presión hidrostática y viscosidad, y en el que se puede regular la temperatura y la osmolaridad. Estos parámetros se ajustan según el objetivo de la rehabilitación, la patología presente y la fase de tratamiento (King, 2016; Muñoz et al., 2019).

La flotación aumenta la estabilidad articular y reduce la carga de peso sobre las articulaciones y músculos, disminuyendo el dolor y la inflamación asociadas al impacto de la carga. En caballos, cuando el agua llega al nivel de la tuberosidad coxal, se reduce la carga de peso en un 75%, y cuando está a nivel del codo se reduce entre el 10 y 15%. En cuanto a la viscosidad, la del agua es 12 veces mayor que la del aire, por lo que el esfuerzo necesario para moverse en el agua es mayor, aumentando la activación muscular y mejorando la fuerza, el control motor y la estabilidad articular. La inmersión en agua produce compresión y aumento de la presión hidrostática extravascular, promoviendo el retorno venoso y el drenaje linfático, reduciendo el edema, la inflamación y el dolor, y la mejorando el rango de movimiento. Además, el cambio en la presión hidrostática mejora la función neuromuscular estimulando los nervios sensoriales superficiales y los mecanorreceptores articulares. Su acción sobre los mecanorreceptores es de especial importancia, ya que, cuando son estimulados por el aumento de la presión intraarticular derivado de la inflamación, ponen en marcha mecanismos reflejos que inhiben la actividad de los músculos asociados a la articulación dañada con el fin de evitar el aumento del daño articular. La hidroterapia disminuye los efectos de la inflamación sobre los mecanorreceptores, ya que reduce el edema y la presión intraarticular, permitiendo la activación muscular y el aumento del tono (Daglish y Mama, 2016; King, 2016).

Otras variables que se controlan en la terapia acuática son la temperatura y la osmolaridad. La temperatura del agua empleada en hidroterapia está relacionada con los efectos de la crioterapia y la termoterapia desarrollados en el punto 5.7.3. La inmersión en agua fría es una

forma de aplicar la crioterapia y sus efectos beneficiosos se observan cuando la temperatura de los tejidos se reduce a los 10-15°C. La inmersión en agua a 36°C, aunque mediante otros mecanismos, también es útil en el tratamiento de los diferentes estadios de la inflamación en el sistema locomotor y el manejo del dolor. En cuanto a la osmolaridad, el ejercicio en agua con altas concentraciones de soluto (minerales) tiene efecto antiinflamatorio, osmótico y analgésico. En humanos se ha demostrado que el uso de agua mineral en hidroterapia reduce el dolor en pacientes con OA de la articulación femorotibial. Y en caballos, se ha demostrado su eficacia en el tratamiento de tendones y ligamentos, así como en la reducción de la inflamación. En la elaboración del protocolo de hidroterapia también es importante tener en cuenta la profundidad, ya que, se ha demostrado que según la profundidad que se utilice se pueden tratar de forma específica ciertas articulaciones, permitiendo así adaptar la terapia a la zona afectada (King, 2016).

En la hidroterapia se pueden emplear cintas de ejercicio, caminadores, piscinas circulares o rectas y bañeras de agua salada. En los sistemas que emplean cintas de ejercicio (Imagen 8) se pueden instalar hidrojets, que crean flujos turbulentos de agua aumentando la resistencia al movimiento y el efecto positivo sobre la fuerza y coordinación muscular, y además se puede controlar la velocidad de la cinta, la temperatura, el nivel de profundidad del agua y la osmolaridad. Los caminadores acuáticos se colocan en piscinas circulares con una profundidad fija y permiten ejercitar a varios caballos al mismo tiempo, y también permiten el control de la temperatura y la osmolaridad. Por último, las piscinas se suelen usar para ejercicios de natación, cuentan con rampas para facilitar la salida y entrada del paciente, y deben garantizar la flotación completa del paciente (King, 2016).



Imagen 8. Hidroterapia en cinta de ejercicio (King 2016).

Esta terapia está contraindicada en caballos con problemas respiratorios y se debe evitar en caballos que presenten heridas sin curar abiertas o infectadas, cojera proximal de la extremidad posterior, dolor toracolumbar, artritis o miositis aguda, fiebre, compromiso cardiovascular, y en el caso de animales miedosos, es necesario acostumbrarlos poco a poco a la realización de la terapia para evitar el estrés y lesiones asociadas (King, 2016).

La hidroterapia se emplea frecuentemente en los protocolos de rehabilitación, pero hay pocos estudios que demuestren sus beneficios en el paciente equino. No obstante, sí que se ha demostrado su efecto positivo en el tratamiento de la OA crónica, ya que, mejora la

propiocepción y el rango de movimiento articular, reduce los mecanismos compensatorios, mejora la actividad, coordinación y fuerza musculares, y produce cambios histológicos a nivel articular compatibles con la reducción de la fibrosis e inflamación de la membrana sinovial (King, 2016; Muñoz et al., 2019).

Se trata de un método de rehabilitación eficaz en el tratamiento de la artrosis crónica por los beneficios que presenta sobre el funcionamiento del aparato locomotor. Si bien es cierto, que requiere de instalaciones específicas y que no hay protocolos estandarizados de tratamiento, ya que, existen muchas variables a ajustar en función del paciente, la articulación afectada y la progresión de la lesión. De cara al futuro y con el fin de conocer completamente su efecto y eficacia es necesario ampliar la investigación sobre la hidroterapia como método de tratamiento y entrenamiento del caballo de deporte.

5.5.5. Electroterapia

Dentro de la electroterapia se incluyen la electroestimulación nerviosa transcutánea (TENS), la electroestimulación neuromuscular (NMES) y la electroestimulación funcional (FES). La TENS proporciona analgesia mediante el bloqueo de la actividad nociceptiva de neuronas aferentes y estimulando los nervios periféricos, aumentando la liberación de opioides endógenos. La estimulación eléctrica se aplica de manera que primero activa los nervios sensoriales, luego los motores y finalmente los nervios del dolor, proporcionando analgesia. Apenas presenta complicaciones, aunque puede causar irritación de la piel en tratamientos de larga duración en las zonas de contacto de los parches del aparato empleado. Esta terapia está indicada en: el tratamiento de dolor agudo asociado a cirugías o traumas, el manejo dolor musculoesquelético crónico, la estimulación muscular, como parte de la iontoporesis, la reducción de edemas y el tratamiento de heridas (Schlachter y Lewis, 2016).

El objetivo de la NMES es lograr la contracción total de grandes masas musculares, y el de la FES es producir alivio del dolor en el paciente. Todas las electroterapias anteriores comparten los mismos efectos adversos, indicaciones de uso, contraindicaciones y falta de estudios que corroboren su eficacia. De hecho, la mayor parte de recomendaciones se han extrapolado de la literatura disponible sobre su uso en humanos, ya que, la evidencia de su uso en caballos es anecdotica. Estas terapias están contraindicadas en pacientes con problemas cardiacos, gestantes, fiebre o infección. Y no se deben usar sobre la cavidad torácica o cerca del corazón, tumores, inflamación aguda, hemorragias o heridas infectadas, áreas de piel anestesiadas, ojos,

gónadas, y pacientes con problemas nerviosos como epilepsia o temblores (Bockstahler et al., 2004; Baxter y McDonough, 2007; Canapp, 2007; Schlachter y Lewis, 2016).

5.5.6. Acupuntura

La medicina tradicional china se ha aplicado en el tratamiento del dolor y enfermedades en el caballo desde hace más de 2.000 años. La acupuntura es la terapia de la medicina tradicional china más comúnmente utilizada en veterinaria debido a su historial de uso, el aumento de evidencias científicas que demuestran su eficacia y su adición en algunos planes de estudio de Grados en Veterinaria (Repac et al., 2022).

La acupuntura se basa en la estimulación de puntos anatómicos específicos con el fin de provocar una respuesta local y sistémica, promover la curación y mantener la homeostasis. Esta estimulación tiene efectos terapéuticos, y además ayuda al diagnóstico de lesiones musculoesqueléticas, ya que, un aumento de la sensibilidad al tacto, calor o estímulos eléctricos en estos puntos se puede relacionar con la presencia de estas. De hecho, según un estudio llevado a cabo en 102 caballos de deporte, con la valoración de los puntos de acupuntura se pueden detectar cojeras con una sensibilidad del 82,4% y una especificidad del 78,4%, aunque para conocer la zona concreta lesionada y la patología es necesario realizar el protocolo de diagnóstico de cojeras (Le Jeune et al., 2016; Pellegrini et al., 2020; Xie y Holyoak, 2021; Repac et al., 2022).

La acupuntura produce analgesia, estimula la reparación de los tejidos y la fuerza muscular. Se trata de un método de tratamiento mínimamente invasivo, barato, con pocos efectos adversos y que puede utilizarse para tratar diversas patologías, como: dolor del dorso, problemas del comportamiento, laminitis, cojeras, hemiplejía laríngea, sarcoidosis, rigidez cervical, neuropatías e infertilidad. También existen estudios con resultados favorables sobre su uso en casos de alergia respiratoria, cólico, patologías oculares y anorexia (Le Jeune et al., 2016; Xie y Holyoak, 2020; Resano-Zuazu, 2020; Repac et al., 2022; Rodrigues et al., 2022; Eaton, 2023).

La acupuntura tiene efectos analgésicos neurofisiológicos, ya que, al estimular los puntos de acupuntura se liberan opioides endógenos, neurotransmisores y hormonas que modulan el dolor y los diferentes sistemas corporales. Además, inhibe mediadores inflamatorios y mejora la circulación local (Daglish y Mama, 2016; Le Jeune et al., 2016; Pellegrini et al., 2020).

Los puntos de acupuntura (PA) son zonas cutáneas localizadas que se estimulan con el fin de desencadenar una respuesta fisiológica y que poseen características anatómicas e histológicas

específicas, diferentes a las del tejido circundante. En la creencia tradicional representan centros de actividad que almacenan energía interna en la superficie corporal. Muchos de estos se localizan en depresiones musculares o articulares y son zonas con altas concentraciones de terminaciones nerviosas, plexos nerviosos, vasos linfáticos, vascularización y mastocitos. Los PA clásicos se agrupan en 14 meridianos o canales energéticos, que recorren el cuerpo de un extremo a otro y que se asocian a órganos. Algunos de estos puntos no se encuentran en los meridianos. Se les denomina *así*, y a diferencia de los anteriores, su localización es variable y se asocian a síntomas individuales. La estimulación de cada PA puede tener efectos diferentes, y por ello es importante conocer a qué meridiano pertenecen y a qué zona u órgano va dirigido su efecto (Imagen 9). Además, anatómicamente se ha demostrado que estos meridianos se corresponden con el recorrido de nervios periféricos y fascias (Le Jeune et al., 2016; Pellegrini et al., 2020; Repac et al., 2022).

Desde el enfoque de la medicina tradicional china los pacientes se tratan según el patrón que presentan, que se determina en función de la constitución, el comportamiento, el impacto ambiental y dietético, y la clínica y patologías presentes. Es por esto, que aunque dos pacientes presenten la misma enfermedad, desde el punto de vista tradicional, pueden presentar patrones distintos y requerir diferentes tratamientos (Xie y Holyoak, 2020).

Se emplean agujas estériles y en caballos se recomienda que sean de calibre 28 (0,35 milímetros) y seleccionar la longitud en función de la localización del punto a estimular (Xie y Holyoak, 2020).

Las tres técnicas más empleadas en la estimulación de los puntos de acupuntura son: la punción seca de los PA, la electro-acupuntura y la aqua-acupuntura. La punción seca de los PA (Imagen 10) es el método más antiguo, consiste en insertar agujas finas y estériles en los PA, y se usa para tratar gran variedad de patrones. La electro-acupuntura (EA) consiste en la aplicación de una corriente eléctrica moderada a través de las agujas tras su colocación. De esta forma, la energía eléctrica penetra en el tejido subcutáneo y muscular aumentando el efecto analgésico, local y sistémico. La EA se aplica en casos de: fiebres altas, dolor, cojeras, cólicos,

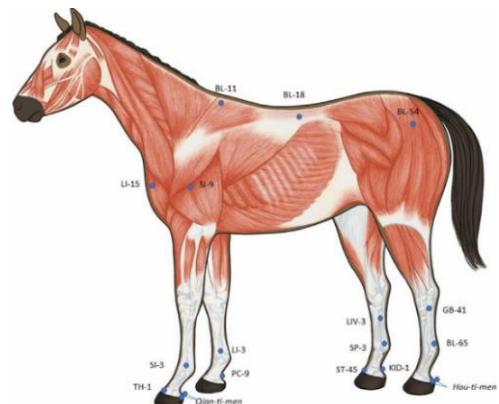


Imagen 9. Puntos de acupuntura en el tratamiento de la laminitis (Repac et al., 2022).



Imagen 10. Aplicación de punción seca. La flecha señala al punto de acupuntura BaiHui (Pellegrini et al., 2020)

diarrea, infertilidad y parálisis del nervio facial o radial. Además, proporciona un efecto analgésico duradero y acumulativo, por lo que se recomienda su uso en el tratamiento de patologías crónicas. Por último, la aqua-acupuntura (AA) consiste en la inyección de fluidos estériles y productos solubles en los PA, con el fin de aumentar la eficacia y duración del efecto de la estimulación. Los productos más utilizados son el suero salino fisiológico, vitamina B12, remedios homeopáticos, sangre del propio paciente y anestésicos locales. La AA está indicada en casos de dolor miofascial, atrofias musculares, anorexia y diarrea (Pellegrini et al., 2020; Xie y Holyoak, 2020, 2021).

De cara al tratamiento de la OA la acupuntura puede ser de utilidad debido a su eficacia en el manejo del dolor crónico y sus efectos sobre el sistema musculoesquelético. También puede ser útil en la detección de cojeras, lo que puede ayudar en el diagnóstico de la OA. Además, existen estudios que demuestran su eficacia en la rehabilitación del caballo y otras especies animales, y su aplicación cuenta con numerosas ventajas, ya que, es barata, poco invasiva y permite reducir las dosis de fármacos empleados en el tratamiento convencional por su efecto analgésico. Sin embargo, esta terapia no está exenta de riesgo, aunque este sea mínimo, y para llevarla a cabo de forma segura es necesario que el veterinario que la practique tenga conocimientos de medicina tradicional china y acupuntura.

5.5.7. Terapia con ondas de choque

La terapia con ondas de choque (Imagen 11) es un tratamiento no invasivo basado en la transmisión de energía transcutánea que llega a los tejidos produciendo respuestas a nivel celular. La energía se transmite por medio de ondas de choque. Son ondas acústicas, no lineales, de alta energía y corta duración que se propagan por un medio con una rapidez superior al sonido. Tienen una amplitud alta y producen un aumento rápido de la presión, seguido de una caída igualmente rápida, por lo que su transmisión a través de los tejidos estimula mecánicamente las células. Esto resulta en el aumento de la producción de citoquinas y factores del crecimiento antiinflamatorios, la neovascularización, la proliferación celular y la osteogénesis, e inhibe la degeneración del cartílago articular. En estudios en caballos se ha demostrado que tiene un efecto positivo sobre las citoquinas anabólicas, y el alivio del dolor y cojera en caballos con OA o desmitis del ligamento suspensor del menudillo. Por ejemplo, en un modelo de OA inducida en el



Imagen 11. Aplicación de ondas de choque en el ligamento suspensor del menudillo en la extremidad posterior derecha (Johnson et al., 2023).

carpo en caballos se ha comprobado que esta terapia aumenta la presencia de biomarcadores de remodelación ósea en el suero y que disminuye considerablemente el grado de cojera. Sin embargo, a pesar de la bibliografía disponible sobre sus efectos positivos en el tratamiento de patologías musculoesqueléticas y heridas, no existen estudios que establezcan protocolos y parámetros a utilizar en lesiones específicas (Johnson et al., 2023; Medina, 2023).

También se ha demostrado su efecto analgésico en modelos de OA inducida en el carpo, aunque el origen de este se desconoce y se cree que se debe a la formación de vasos sanguíneos y la reparación de tendones, ligamentos y huesos. Debido a su potente efecto analgésico, que dura de 3 a 4 días postratamiento, su uso en el caballo de competición está regulado. Su aplicación solo la pueden realizar veterinarios licenciados y la máquina que se emplea debe estar registrada, pero demostrar su uso indebido es difícil y se requiere más investigación para establecer un mecanismo de detección fiable (Daglish & Mama, 2016; Johnson et al., 2023; Medina, 2023).

Existen tres tipos de mecanismos para generar ondas de choque: electrohidráulicos, electromagnéticos y piezoeléctricos. Todos los mecanismos convierten la energía eléctrica en ondas, pero se diferencian en la energía total que son capaces de entregar a la zona de tratamiento. El más empleado es el electrohidráulico por su utilidad en la focalización y control de la onda. Para realizar esta terapia de forma segura y eficaz puede ser necesaria la sedación ligera o inmovilización del paciente. También es necesario preparar al paciente limpiando la piel de la zona a tratar, rasurando en algunos casos y aplicando gel (Johnson et al., 2023).

En definitiva, las ondas de choque son de utilidad en el tratamiento de la OA por los efectos positivos que tienen sobre las células y la analgesia que producen. Aunque aún se deben elaborar protocolos específicos, y debido a la limitación de su uso en el caballo de competición es importante que el veterinario conozca la normativa relativa a esta terapia, que puede variar de unos países a otros.

5.5.8. Vendaje neuromuscular

El vendaje neuromuscular (Imagen 12) consiste en la aplicación de cintas de algodón y transpirables sobre la piel como alternativa a otros vendajes que se caracteriza por no restringir el rango de movimiento y se pueden dejar colocadas desde 24 horas hasta 5 días. Es eficaz en el tratamiento de patologías musculares, desequilibrios posturales, adhesiones de la fascia, tendones y ligamentos, alteraciones linfáticas y circulatorias, problemas neurológicos, cicatrices

y dolor agudo y crónico. Su objetivo en la rehabilitación es potenciar la capacidad de regeneración de los tejidos y contribuir al mantenimiento de la homeostasis (Molle, 2016).

Tiene efectos directos e indirectos sobre las articulaciones, que hacen que sea eficaz en el tratamiento de patologías articulares. Actúa directamente sobre los ligamentos que sustentan la articulación y provoca una respuesta muscular que corrige la mala alineación y la distribución de cargas. De forma indirecta estimula el equilibrio de las masas musculares que participan en el movimiento de la articulación. Por último, se debe usar con precaución en pacientes con enfermedad renal, problemas cardíacos, metabólicos y endocrinos, y está contraindicada en casos de celulitis, infección de la piel, heridas abiertas y lesiones malignas (Molle, 2016).



Imagen 12. Vendaje neuromuscular de la articulación interfalangiana distal (Molle, 2016).

5.5.9. Ultrasonidos terapéuticos

Los ultrasonidos terapéuticos son una terapia no invasiva que no suele requerir sedación y cuya realización es sencilla. Los ultrasonidos tienen efectos acústicos y térmicos y producen vibración mecánica sobre los tejidos. Gracias a sus efectos mejoran la circulación local, aumentan la permeabilidad celular, mejoran la extensibilidad del colágeno, estimulan la actividad celular y la capacidad de reparación de los tejidos, y reducen los espasmos musculares. También tienen efecto analgésico, gracias a la vasodilatación, el aumento del calcio intracelular y el aumento de la extensibilidad del tejido fibroso (Daglish y Mama, 2016; McGowan y Goff, 2016; Carrozzo et al., 2019).

Los ultrasonidos son más eficaces en tejido conectivo denso, como los tendones, los ligamentos, la cápsula articular y el tejido cicatricial, debido a la mejor absorción de energía en este. En la fase inflamatoria aumenta la eficiencia de los mecanismos inflamatorios haciendo que esta dure menos tiempo y se disminuyan sus efectos adversos. En la fase proliferativa estimula los fibroblastos y miofibroblastos contribuyendo a la formación de tejido cicatricial. Por último, en la fase de remodelación, estimula la reorientación de las fibras de colágeno mejorando la funcionalidad del tejido cicatricial (McGowan & Goff, 2016).

Está recomendado su uso en lesiones ligamentosas, tendinitis y tendinopatías, daño e irritación de la cápsula articular y de cara a mejorar la capacidad funcional de producir tejido cicatricial en cualquier tejido musculoesquelético. De hecho, existe un estudio que demuestra su eficacia en el tratamiento de lesiones en el ligamento suspensor, aunque hay que profundizar en la

investigación sobre el uso de esta terapia en caballos. En adición, se ha desarrollado una variante de la terapia con ultrasonidos, que ha demostrado ser eficaz en el manejo de fracturas con el uso de ultrasonidos de la misma energía pero menor intensidad (McGowan y Goff, 2016; Carrozzo et al., 2019).

5.5.10. Ejercicio controlado

El ejercicio controlado es un punto indispensable del programa de rehabilitación y busca mejorar la capacidad reparativa del tejido tras una lesión. Para establecer el programa de ejercicio es necesario conocer el mecanismo de reparación del tejido a tratar, para no solo estimular su reparación, sino evitar a su vez el empeoramiento de la lesión y conseguir una vuelta a la actividad deportiva segura. A pesar de su importancia en la rehabilitación, apenas hay estudios que investiguen su efecto terapéutico. El ejercicio controlado o terapéutico también puede producir analgesia, pero suelen ser necesario aplicar previamente otros métodos de manejo del dolor para poder ejecutar los ejercicios de forma correcta (Daglish & Mama, 2016; Davidson, 2016; Baccarin et al., 2022).

El cartílago tiene poca capacidad de regeneración, pero el ejercicio controlado aumenta el grosor del tejido de reparación, los glicosaminoglicanos, disminuye la remodelación ósea y mejora la orientación de las fibras de colágeno en la fase de remodelación, aumentando la resistencia del tejido cicatricial. La frecuencia, intensidad, duración y tipo de ejercicio se deben ajustar durante la evolución de la lesión y adaptarse a esta. El programa de ejercicio controlado está limitado por la habilidad del manipulador, las instalaciones disponibles y la actitud del caballo. Frecuentemente el protocolo comienza con el descanso en el establo, sobre todo tras cirugía, y posteriormente se va aumentando la intensidad del ejercicio. Este plan se entrega al propietario o manipulador con instrucciones específicas sobre su aplicación (Davidson, 2016).

5.5.11. Radiofrecuencia

La radiofrecuencia (RF) se refiere a una corriente de alta frecuencia, por encima de 30.000 Hz. La energía entra en el organismo y a su paso por los tejidos se transforma en calor, fenómeno que se conoce como diatermia. La RF depende de distintos factores: la frecuencia de emisión, el modo, el tipo de electrodo y la potencia de emisión (Arena, 2020).

Aumentar la temperatura de los tejidos estimula el metabolismo celular, a lo que el organismo responde con la vasodilatación para satisfacer las necesidades de las células y favorecer la eliminación de catabolitos. A nivel muscular, activa el sistema parasimpático y favorece la

relajación. La bioestimulación mejora la función celular y acorta el tiempo de curación. En cuanto a la vascularización, aumenta la microvascularización, la oxigenación celular y la eliminación de catabolitos y controla el dolor químico y mecánico. A altos incrementos de temperatura de los tejidos se puede producir una hiperactivación de estos, reagudizando lesiones crónicas, lo que puede ser útil en el tratamiento de fibrosis y queloides (Arena, 2020).

La RF se puede aplicar a potencias de emisión bajas, que no generan incremento de la temperatura local, este método de aplicación se le conoce como subtermia. Su principal efecto es la bioestimulación y reducción de la inflamación. Está recomendada en el tratamiento de la OA, porque es analgésica, y mejora la elasticidad y el rango de movimiento articular. También se emplea en el dolor crónico, procesos musculares, tendinopatías, edemas y hematomas, cierre de heridas por segunda intención, y fibrosis y cicatrices limitantes. Su uso en humanos está ampliamente desarrollado, pero la bibliografía específica para veterinaria es escasa. Actualmente, se estudia su uso también en cirugías ortopédicas, y presenta resultados prometedores, aunque hace falta más investigación (Arena, 2020).

5.5.12. Terapia con pulsos electromagnéticos

La terapia con pulsos electromagnéticos (PEM) permite el tratamiento no invasivo y no térmico de patologías mediante la transmisión de campos electromagnéticos a los tejidos a través de inductores. Se suele emplear en el tratamiento de fracturas óseas, inflamación, artritis, artrosis, dolor, edema y heridas crónicas. De hecho, estudios sobre el tratamiento de la OA con PEM en perros han demostrado al disminución en signos clínicos tras tratamientos de 18-20 minutos (Gaynor et al., 2018).

Los PEM son eficaces en el manejo del dolor y la inflamación, la remodelación ósea y la curación de heridas, y en el futuro es probable que se conviertan en un importante método de tratamiento en veterinaria.

6. CONCLUSIONES/CONCLUSIONS

- La OA es una enfermedad degenerativa, crónica, cuya etiopatogenia es compleja. Su tratamiento convencional es paliativo, multimodal y se basa en la administración de fármacos, productos ortobiológicos y/o realización de cirugías.
 - La fisioterapia es una disciplina en auge en veterinaria y cuenta con una gran variedad de métodos terapéuticos no invasivos. Estos métodos son útiles en el manejo del dolor y las patologías musculoesqueléticas, pudiéndose combinar con el tratamiento convencional para abordar la OA, reduciendo la dosis y los efectos secundarios de este.
 - La terapia con láser, la terapia manual, la hidroterapia, la terapia con ondas de choque, la radiofrecuencia y la terapia con pulsos electromagnéticos son las terapias que mejores resultados han dado como tratamiento complementario de la OA.
 - En el caso de la crioterapia y termoterapia, la acupuntura, el vendaje neuromuscular, los ultrasonidos terapéuticos y el ejercicio controlado no hay estudios específicos sobre su uso en el tratamiento de la OA. Sin embargo, su inclusión puede ser interesante debido a sus efectos beneficiosos sobre el aparato locomotor.
 - No existe bibliografía que determine protocolos específicos para el tratamiento de la OA con fisioterapia en la especie equina, lo que subraya la necesidad de profundizar en el estudio de esta disciplina.
-
- Osteoarthritis (OA) is a degenerative and chronic disease with a complex etiology. Its conventional treatment is palliative and multimodal, based on the administration of drugs, orthobiological products, and/or surgeries.
 - Physiotherapy is a growing discipline in veterinary medicine and offers a wide variety of non-invasive therapeutic methods. These methods are useful in managing pain and musculoskeletal pathologies, and they can be combined with conventional treatment to address OA, reducing the dosage and side effects of the latter.
 - Laser therapy, manual therapy, hydrotherapy, shockwave therapy, radiofrequency, and pulsed electromagnetic field therapy are the treatments that have shown the best results as complementary therapies for OA.
 - For cryotherapy and thermotherapy, acupuncture, kinesiology taping, therapeutic ultrasounds, and controlled exercise, there are no specific studies on their use in the treatment of OA. However, their inclusion may be interesting due to their beneficial effects on the locomotor system.
 - There is no literature that establishes specific protocols for the treatment of OA with physiotherapy in the equine species, highlighting the need to further study this discipline.

7. VALORACIÓN PERSONAL

Este trabajo me ha permitido profundizar en la fisioterapia animal, disciplina a la que me gustaría dedicarme en un futuro. Durante su realización he llegado a la conclusión de que, aunque se trata de una disciplina en auge, se debe investigar más a cerca de estas terapias para disponer de evidencias científicas de su eficacia.

Relacionado con la situación actual y tras estudiar mis opciones formativas de cara a la especialización, me parece importante recalcar la necesidad de aumentar la oferta de titulaciones, cursos o másteres oficiales dirigidos a veterinarios, para estandarizar la formación y evitar el intrusismo laboral.

Por último, quiero agradecer a todo el personal docente que me ha formado a lo largo de la carrera, a mis tutoras de TFG, Sara Fuente y Julia Laliena, y a mi familia por apoyarme y permitirme formarme como veterinaria.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Arena, M. (2020). Uso de la radiofrecuencia en rehabilitación veterinaria para el manejo de dolor e inflamación. *Argos: Informativo Veterinario*, 219, 66-68. Recuperado de: https://www.portalveterinaria.com/pdfjs/web/viewer.php?file=/upload/riviste/Argos219_MR.pdf#page=66
- Atalaia, T., Prazeres, J., Abrantes, J., & Clayton, H. M. (2021). Equine Rehabilitation: A Scoping Review of the Literature. *Animals*, 11(6), 1508. Recuperado de: <https://doi.org/10.3390/ani11061508>
- Baccarin, R. Y. A., Seidel, S. R. T., Michelacci, Y. M., Tokawa, P. K. A., & Oliveira, T. M. (2022). Osteoarthritis: A common disease that should be avoided in the athletic horse's life. *Animal Frontiers*, 12(3), 25-36. Recuperado de: <https://doi.org/10.1093/af/vfac026>
- Balcer, M., Śnieg, A., Sikorska, U., Maśko, M., & Domino, M. (2023). The Initial Horse's Postural Response to the First Session of the Dorsal, Ventral, and Dorso-Ventral Massage Techniques. *Agriculture*, 13(3), 529. Recuperado de: <https://doi.org/10.3390/agriculture13030529>
- Barrachina, L., Cequier, A., Romero, A., Vitoria, A., Zaragoza, P., Vázquez, F. J., & Rodellar, C. (2020). Allo-antibody production after intraarticular administration of mesenchymal stem cells (MSCs) in an equine osteoarthritis model: Effect of repeated administration, MSC inflammatory stimulation, and equine leukocyte antigen (ELA) compatibility. *Stem Cell Research & Therapy*, 11(1), 52. Recuperado de: <https://doi.org/10.1186/s13287-020-1571-8>
- Baxter, G. D., & McDonough, S. M. (2007). Principles of Electrotherapy in Veterinary Physiotherapy. En C. M. McGowan, L. Goff, & N. Stubbs (Eds.), *Animal Physiotherapy* (1.^a ed., pp. 177-186). Wiley. Recuperado de: <https://doi.org/10.1002/9780470751183.ch10>
- Biontech. (2023, junio 8). *Diferencia entre osteoartritis y osteoartrosis: Comprendiendo las terminologías* [Comercial]. Recuperado el 10 de junio de 2024 de: <https://www.biontechworld.com/blog/diferencia-entre-osteoartritis-y-osteoaartrosis>
- Bockstahler, B., Levine, D., & Millis, D. L. (2004). *Essential facts of physiotherapy in dogs and cats: Rehabilitation and pain management: a reference guide with DVD* (1st ed). BE Vet Verlag.
- Broeckx, S., Zimmerman, M., Crocetti, S., Suls, M., Mariën, T., Ferguson, S. J., Chiers, K., Duchateau, L., Franco-Obregón, A., Wuertz, K., & Spaas, J. H. (2014). Regenerative Therapies for Equine Degenerative Joint Disease: A Preliminary Study. *PLoS ONE*, 9(1), e85917. Recuperado de: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085917>

- Buchner, H. H. F., & Schildboeck, U. (2006). Physiotherapy applied to the horse: A review. *Equine Veterinary Journal*, 38(6), 574-580. Recuperado de: <https://doi.org/10.2746/042516406X153247>
- Canapp, D. A. (2007). Select Modalities. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*, 22(4), 160-165. Recuperado de: <https://doi.org/10.1053/j.ctsap.2007.09.004>
- Carrozzo, U., Toniato, M., & Harrison, A. (2019). Assessment of Noninvasive Low-Frequency Ultrasound as a Means of Treating Injuries to Suspensory Ligaments in Horses: A Research Paper. *Journal of Equine Veterinary Science*, 80, 80-89. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2019.07.007>
- Cokelaere, S., Malda, J., & Van Weeren, R. (2016). Cartilage defect repair in horses: Current strategies and recent developments in regenerative medicine of the equine joint with emphasis on the surgical approach. *The Veterinary Journal*, 214, 61-71. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2016.02.005>
- Contino, E. K. (2018). Management and Rehabilitation of Joint Disease in Sport Horses. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 34(2), 345-358. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2018.04.007>
- Daglish, J., & Mama, K. R. (2016). Pain. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 32(1), 13-29. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2015.12.005>
- Davidson, E. J. (2016). Controlled Exercise in Equine Rehabilitation. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 32(1), 159-165. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2015.12.012>
- Diario Veterinario. (2022, septiembre 8). *El intrusismo laboral en fisioterapia veterinaria es una lacra, se lleva produciendo décadas*. Recuperado el 10 de junio de 2024 de: <https://www.diarioveterinario.com/t/3837664/intrusismo-laboral-fisioterapia-veterinaria-lacra-lleva-producido-decadas>
- Eaton, S. (2023). Management of Equine Allergic Airway Disease: A Review of Conventional and Complementary Therapies. *American Journal of Traditional Chinese Veterinary Medicine*. Recuperado de: <https://doi.org/10.59565/001c.84481>
- Garbin, L. C., & Olver, C. S. (2020). Platelet-Rich Products and Their Application to Osteoarthritis. *Journal of Equine Veterinary Science*, 86, 102820. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2019.102820>

- Gaynor, J. S., Hagberg, S., & Gurfein, B. T. (2018). Veterinary applications of pulsed electromagnetic field therapy. *Research in Veterinary Science*, 119, 1-8. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2018.05.005>
- Goff, L. (2009). Manual Therapy for the Horse—A Contemporary Perspective. *Journal of Equine Veterinary Science*, 29(11), 799-808. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2009.10.001>
- Goff, L. (2016). Physiotherapy Assessment for the Equine Athlete. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 32(1), 31-47. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2015.12.002>
- Haussler, K. K. (2016). Joint Mobilization and Manipulation for the Equine Athlete. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 32(1), 87-101. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2015.12.003>
- Haussler, K. K. (2018). Equine Manual Therapies in Sport Horse Practice. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 34(2), 375-389. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2018.04.005>
- Haussler, K. K., King, M. R., Peck, K., & Adair, H. S. (2021a). The development of safe and effective rehabilitation protocols for horses. *Equine Veterinary Education*, 33(3), 143-151. Recuperado de: <https://doi.org/10.1111/eve.13253>
- Haussler, K. K., Hesbach, A. L., Romano, L., Goff, L., & Bergh, A. (2021b). A Systematic Review of Musculoskeletal Mobilization and Manipulation Techniques Used in Veterinary Medicine. *Animals*, 11(10), 2787. Recuperado de: <https://doi.org/10.3390/ani11102787>
- Johnson, S. A., Richards, R. B., Frisbie, D. D., Esselman, A. M., & McClure, S. R. (2023). Equine shock wave therapy - where are we now? *Equine Veterinary Journal*, 55(4), 593-606. Recuperado de: <https://doi.org/10.1111/evj.13890>
- Kaneps, A. J. (2016). Practical Rehabilitation and Physical Therapy for the General Equine Practitioner. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 32(1), 167-180. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2015.12.001>
- King, M. R. (2016). Principles and Application of Hydrotherapy for Equine Athletes. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 32(1), 115-126. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2015.12.008>
- Kumari, P. (2021). Veterinary Physiotherapy—A Literature Review. *International Journal of Science and Healthcare Research*, 6(1), 288-294. Recuperado de: https://ijshr.com/IJSHR_Vol.6_Issue.1_Jan2021/IJSHR049.pdf

- Le Jeune, S., Henneman, K., & May, K. (2016). Acupuncture and Equine Rehabilitation. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 32(1), 73-85. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2015.12.004>
- Luethy, D. (2021). Cryotherapy Techniques. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 37(3), 685-693. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2021.07.005>
- McGowan, C. M., & Cottrall, S. (2016). Introduction to Equine Physical Therapy and Rehabilitation. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 32(1), 1-12. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2015.12.006>
- McGowan, C. M., & Goff, L. (Eds.). (2016). *Animal physiotherapy: Assessment, treatment, and rehabilitation of animals* (Second edition). John Wiley & Sons Inc.
- Mcgowan, C. M., Stubbs, N. C., & Jull, G. A. (2007). Equine physiotherapy: A comparative view of the science underlying the profession. *Equine Veterinary Journal*, 39(1), 90-94. Recuperado de: <https://doi.org/10.2746/042516407X163245>
- McIlwraith, C. W. (2011). Principles and Practices of Joint Disease Treatment. En *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse* (pp. 840-852). Elsevier. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-6069-7.00084-5>
- McIlwraith, C. W., Kawcak, C., Baxter, G. M., Goodrich, L. R., & Valberg, S. J. (2020). Principles of Musculoskeletal Disease: JOINT INJURIES AND DISEASE AND OSTEOARTHRITIS. En G. M. Baxter (Ed.), *Adams and Stashak's Lameness in Horses* (1.^a ed., pp. 801-874). Wiley. Recuperado de: <https://doi.org/10.1002/9781119276715.ch7>
- Medina, C. (2023). Shockwave Therapy in Veterinary Rehabilitation. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 53(4), 775-781. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2023.02.009>
- Millis, D. L., & Bergh, A. (2023). A Systematic Literature Review of Complementary and Alternative Veterinary Medicine: Laser Therapy. *Animals*, 13(4), 667. Recuperado de: <https://doi.org/10.3390/ani13040667>
- Millis, D. L., & Levine, D. (Eds.). (2014). *Canine rehabilitation and physical therapy* (Second edition). Elsevier.
- Minguell, F. (2014). *Manual de fisioterapia en pequeños animales*. Multimedica Ediciones Veterinarias.
- Molle, S. (2016). Kinesio Taping Fundamentals for the Equine Athlete. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 32(1), 103-113. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2015.12.007>

- Muñoz, A., Saitua, A., Becero, M., Riber, C., Satué, K., Medina, A. S. D., Argüelles, D., & Castejón-Riber, C. (2019). The use of the water treadmill for the rehabilitation of musculoskeletal injuries in the sport horse. *Journal of Veterinary Research*, 63(3), 439-445. Recuperado de: <https://doi.org/10.2478/jvetres-2019-0050>
- Pellegrini, D. Z., Müller, T. R., Fonteque, J. H., De Souza, L. P., De Souza, A. F., & Joaquim, J. G. F. (2020). Equine acupuncture methods and applications: A review. *Equine Veterinary Education*, 32(5), 268-277. Recuperado de: <https://doi.org/10.1111/eve.12928>
- Quam, V., Yardley, J., Quam, M., Paz, C., & Belknap, J. (2021). Cryotherapy provides transient analgesia in an induced lameness model in horses. *The Canadian Veterinary Journal = La Revue Veterinaire Canadienne*, 62(8), 834-838. Recuperado de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34341594/>
- Repac, J., Mangan, E., & Xie, H. (2022). Clinical Application of Acupuncture in Equine Practice. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 38(3), 525-539. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2022.07.001>
- Resano-Zuazu, M. (2020). Acupuncture for Anaemia and Large Intestine Impaction Associated with Hind Limb Weakness in a Horse: A Case Report. *Journal of Acupuncture and Meridian Studies*, 13(6), 187-190. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.jams.2020.11.002>
- Richardson, D. W., & Loinaz, R. (2007). An Evidence-Based Approach to Selected Joint Therapies in Horses. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 23(2), 443-460. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2007.04.007>
- Rodrigues, T. D. L., Santos Neto, L. L. D., Silva, V. H. D. L., Oliveira, A. M., Borges, P. D. F., Talieri, I. C., & Campos, D. B. (2022). Effect of acupuncture on intraocular pressure and tear production in healthy horses. *Ciência Rural*, 52(1), e20200239. Recuperado de: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200239>
- Roszkowska, K., Witkowska-Pilaszewicz, O., Przewozny, M., & Cywinska, A. (2018). Whole body and partial body cryotherapies – lessons from human practice and possible application for horses. *BMC Veterinary Research*, 14(1), 394. Recuperado de: <https://doi.org/10.1186/s12917-018-1679-6>
- Schlachter, C., & Lewis, C. (2016). Electrophysical Therapies for the Equine Athlete. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 32(1), 127-147. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2015.12.011>

- Te Moller, N. C. R., & Van Weeren, P. R. (2017). How exercise influences equine joint homeostasis. *The Veterinary Journal*, 222, 60-67. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2017.03.004>
- Tnibar, A. (2022). Intra-articular 2.5% polyacrylamide hydrogel, a new concept in the medication of equine osteoarthritis: A review. *Journal of Equine Veterinary Science*, 119, 104143. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2022.104143>
- Van Weeren, P. R., & Back, W. (2016). Musculoskeletal Disease in Aged Horses and Its Management. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 32(2), 229-247. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2016.04.003>
- Veenman, P. (2006). Animal physiotherapy. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 10(4), 317-327. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2006.03.004>
- Vervuert, I., & Stratton-Phelps, M. (2021). The Safety and Efficacy in Horses of Certain Nutraceuticals that Claim to Have Health Benefits. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 37(1), 207-222. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2020.11.002>
- Watts, A. E. (2023). Use of Stem Cells for the Treatment of Musculoskeletal Injuries in Horses. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 39(3), 475-487. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2023.07.003>
- Xie, H., & Holyoak, G. R. (2020). Ways to Improve Acupuncture Outcomes in Equine Practice. *American Journal of Traditional Chinese Veterinary Medicine*. Recuperado de: <https://doi.org/10.59565/001c.83750>
- Xie, H., & Holyoak, G. R. (2021). Evidence-based Application of Acupuncture in Equine Practice. *American Journal of Traditional Chinese Veterinary Medicine*. Recuperado de: <https://doi.org/10.59565/001c.84101>
- Zielińska, P., Śniegucka, K., & Kiełbowicz, Z. (2022). A Case Series of 11 Horses Diagnosed with Bone Spavin Treated with High Intensity Laser Therapy (HILT). *Journal of Equine Veterinary Science*, 120, 104188. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2022.104188>