



UNIVERSIDAD
DE
CÓRDOBA



MDE

Máster en Medicina Deportiva Equina



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
Instituto de Estudios de Postgrado

Máster en Medicina Deportiva Equina

Trabajo Fin de Máster

Transferencia eléctrica capacitiva resistiva en rehabilitación de tendinitis y desmitis de las regiones metacarpiana y metatarsiana del equino atleta: Reporte de casos.

Capacitive resistive electrical transfer in rehabilitation of tendinitis and desmitis of the metacarpal and metatarsal regions of the equine athlete: Case report.

Autor: Carina Alejandra Panero.

Directores: David Argüelles Capilla, José Luis López Rivero.

20/07/2021

Índice general

Índice de figuras	2
Índice de tablas	2
Resumen	3
Abstract	4
Introducción	5
El aparato suspensor del menudillo	6
Fisiopatología de las tendinitis y desmitis.....	7
Rehabilitación en medicina deportiva equina	9
Transferencia eléctrica capacitiva resistiva.....	10
Efectos de la transferencia eléctrica capacitiva resistiva sobre los tejidos	11
Efectos térmicos versus sub térmicos de la transferencia eléctrica capacitiva resistiva.....	12
Objetivos	16
Material y Métodos	16
Resultados	22
Características de la población de estudio.....	22
Efectos de la transferencia eléctrica capacitiva resistiva en los casos reportados.....	23
Discusión	24
Limitaciones principales del trabajo	27
Conclusiones	28
Bibliografía	28
Agradecimientos	34

Índice de figuras

Figura 1. Esquema del sistema de electrodos y placa de la transferencia eléctrica capacitiva resistiva.	11
Figura 2. Efectos térmicos y sub térmicos de la transferencia eléctrica capacitiva resistiva sobre los tejidos.....	15
Figura 3. Zonas o niveles anatómicos para ultrasonografía de la región palmar/plantar del metacarpo/metatarso. Ventanas transversales.	18
Figura 4. Estimación del área de sección transversal (CSA) de la lesión con “ImageJ”.	21
Figura 5. Evolución favorable de una lesión. Sección transversal de la cara palmar del metacarpo.....	21
Figura 6. Evolución favorable en el patrón longitudinal de las fibras.	22
Figura 7. Distribución del número de casos según estructura afectada.	23

Índice de tablas

Tabla 1. Ventajas de la transferencia eléctrica capacitiva resistiva sobre otras terapias físicas en el caballo.....	14
Tabla 2. Escala de puntuación ecográfica para tendones.	19
Tabla 3. Escala de puntuación ecográfica para ligamentos.....	20

Anexos

https://drive.google.com/file/d/1TrKlh0_TiITkC91p-P6TAXYfg-nuOXV/view?usp=sharing

Resumen

Debido al pico de fuerzas verticales que producen hiperextensión de las articulaciones metacarpo (metatarso)-falangianas, en el caballo atleta, hay una tasa alta de lesiones en los tendones flexores digitales superficiales y profundos, sus ligamentos accesorios y el “ligamento suspensor del menudillo”. Estas son una fuente de frustración debido a su inicio insidioso, amplios tiempos de curación y riesgo de reincidencia. Todo esto, sin un protocolo de tratamiento identificado que garantice un resultado universalmente exitoso.

El objetivo de este trabajo fue reportar los resultados obtenidos con la terapia de transferencia eléctrica capacitiva resistiva (TECR), en la rehabilitación de estas patologías. Se reportaron 23 casos en caballos de diferentes disciplinas ecuestres tratados con TECR provenientes de 3 servicios de rehabilitación diferentes. La tasa de evolución favorable de las lesiones post tratamiento con TECR fue de un 91.3% (21 casos) para el total de los casos. La tasa general de recidiva sobre los casos de evolución favorable, fue de 19% (4 casos). Para las tendinitis (14 casos), la tasa de evolución favorable fue de un 92,8% (13 casos) y la tasa de recidiva fue de 30,8 % (4 casos). Para las desmitis (9 casos), la tasa de evolución favorable fue de un 88,9 % (8 casos) y la tasa de recidiva post tratamiento con TECR fue de 0%. El tiempo promedio de recuperación hasta el retorno a entrenamiento normal del caballo fue de 2,4 meses. La tasa de retorno al nivel de entrenamiento normal (exigencia igual o superior a la que tenía previo a la lesión) sobre los casos de evolución favorable fue del 100%.

Los resultados demuestran que la TECR es una terapia eficaz, no invasiva y segura para la rehabilitación de las tendinitis y las desmitis de las regiones metacarpiana y metatarsiana del equino atleta.

Palabras clave: Transferencia eléctrica capacitiva resistiva; rehabilitación; desmitis; tendinitis; recidiva; atleta equino.

Abstract

Due to the peak of vertical forces that produces hyperextension of the metacarpo (metatarso)- phalangeal joints, in the athletic horse, there is a high rate of injury to the superficial and deep digital flexor tendons, their accessory ligaments and the “fetlock suspensory ligament”. These are a source of frustration due to their insidious onset, long healing times, and risk of recurrence. All this, without an identified treatment protocol that guarantees a universally successful outcome.

The goal of this essay was to report the results obtained with capacitive resistive electrical transfer therapy (CRET), in the rehabilitation of these pathologies. 23 cases in horses of different equestrian disciplines treated with CRET from 3 different rehabilitation services were reported. The post-treatment favorable evolution rate of lesions was 91.3% (21 cases) for all cases. The recurrence rate in the cases of favorable evolution was 19% (4 cases). For tendinitis (14 cases), the favorable evolution rate was 92.8% (13 cases) and the recurrence rate was 30.8% (4 cases). For desmitis (9 cases), the favorable evolution rate was 88.8% (8 cases) and the recurrence rate was 0%. The average recovery time until the horse returned to normal training was 2.4 months. The rate of return to the normal training level (a requirement equal to or greater than the one before the injury) in the cases of favorable evolution was 100%.

The results demonstrate that CRET is an effective, non-invasive and safe therapy for the rehabilitation of tendonitis and desmitis of the metacarpal and metatarsal regions of the equine athlete.

Keywords: Capacitive resistive electrical transfer; rehabilitation; desmitis; tendinitis; recurrence; equine athlete.

Introducción

Las lesiones en los tendones y los ligamentos de los miembros son las condiciones médicas más comunes que sufren los caballos. Sabe esto todo aquel que cría, entrena o cuida de un atleta equino. La gravedad va desde lesiones menores a aquellas que terminan carreras o incluso la vida del caballo (Schultz et al., 2004).

Un estudio ultrasonográfico sobre caballos de carreras con obstáculos (Hunt nacional) en entrenamiento en el Reino Unido mostró que casi una cuarta parte (23%), de todos los caballos, tenía evidencia de patologías de tendones, con algunas caballerizas individuales acercándose al 50%. En este mismo estudio epidemiológico realizado por Williams et al (2010), se reportó que de las lesiones de caballos de carrera sufridas en las pistas del Reino Unido entre 1996 y 1998, de todas las lesiones en las extremidades (82% de todos los incidentes), casi la mitad (46%) se debieron a lesiones de tendones flexores y / o “ligamento suspensor del menudillo”.

La lesión en tendones sigue siendo una de las principales causas de descarte en caballos atletas de cualquier disciplina. Tales lesiones son una fuente de frustración debido a su inicio insidioso, amplios tiempos de curación y riesgo de reincidencia posterior, sin un protocolo de tratamiento identificado que garantice un resultado universalmente exitoso (McLellan, 2021). Algunos tratamientos específicos han tenido éxito en algunas manos, mientras que han fallado para producir resultados consistentes en manos de otros (Palmer et al., 1994). Esto representa un costo considerable para la industria equina tanto financieramente como en términos de conciencia pública (Smith, 2021).

El caballo ha sufrido muchas adaptaciones para satisfacer mejor las necesidades de un herbívoro. Estas adaptaciones incluyen un aumento en la longitud de las extremidades, una restricción (a través de osteología cambiada) de su gama de movimiento disponible, y el reemplazo de tejido muscular en sus regiones distales con tendones elásticos (McGowan et al., 2016). El equino localiza aproximadamente el 57% del peso corporal en los miembros torácicos durante la estación, aumentando esta carga durante la locomoción (Schamhardt, 1998). Los miembros torácicos del caballo se han adaptado a este papel de apoyo, proporcionando poca fuerza propulsiva, mientras que los pelvianos soportan menos peso, pero proporcionan más propulsión (Wilson et al., 2003). Para lograr esto, los miembros torácicos actúan como resortes, que almacenan y liberan energía, disminuyendo el coste de locomoción (McLellan, 2021).

La falta de protección muscular y las exigencias del soporte del peso corporal en la porción distal de la extremidad crean cargas significativas en el sistema de hueso, tendón y ligamento, con un estrecho margen de seguridad para el fallo tisular. Por lo tanto, el caballo está predispuesto a lesiones musculoesqueléticas, especialmente en la región metacarpiana. Este es el sitio lesionado más frecuente en caballos de todo tipo en todos los deportes (Brown et al., 2003; Dyson, 2002).

El aparato suspensor del menudillo

El tendón del músculo interóseo III, también llamado “ligamento suspensor del menudillo” (LS), se origina en la región palmar del carpo (o plantar del tarso) y de la superficie palmar (o plantar) proximal del tercer metacarpiano (o metatarsiano) y se une a los huesos sesamoideos proximales. A medida que desciende, se divide y envía ramas extensoras alrededor de la falange proximal para el tendón extensor digital común. La tensión en el LS es llevada distalmente por los cuatro ligamentos sesamoideos distales (cortos, cruzados, recto y oblicuos). El tendón flexor digital superficial (TFDS) ayuda al aparato suspensor, junto con el ligamento accesorio del flexor digital superficial (LATFDS) desde el radio, por encima del carpo, hasta las falanges proximal y media. El tendón flexor digital profundo (TFDP) y su ligamento accesorio (LATFDP), que se origina con el LS desde la cara palmar del carpo (o plantar del tarso), proporcionan soporte adicional (McGowan et al., 2016). El aparato suspensor actúa para limitar la hiperextensión en la articulación metacarpo (o metatarso)-falangiana (MCP, también llamada menudillo). Los tendones flexores digitales profundos y superficiales actúan como cables de alta tensión que colaboran a la restricción pasiva ligamentosa (McLellan, 2021).

El LATFDS, el LATFDP y el LS se combinan para soportar más del 50% de la fuerza total desarrollada en torno de la articulación MCP en plena extensión en estación (Brown et al. 2003). Estas estructuras pasivas ayudan a los TFDS y TFDP para estabilizar la articulación MCP y proporcionar asistencia en la propulsión a la flexión de la articulación al finalizar la fase de apoyo. Hay una relación lineal entre la velocidad y el ángulo articular de la articulación MCP (Brown et al., 2003), de manera que las estructuras pasivas están bajo mayor carga en velocidades más altas (McLellan, 2021).

Es ampliamente aceptado (Batson et al., 2003; Brown et al., 2003) que se debe a un pico alto de fuerzas verticales que producen hiperextensión de las articulaciones MCP que hay una tasa tan alta de lesiones en los TFDS y TFDP, los LATFDS y LATFDP y el LS que son las estructuras pasivas predominantes en la porción distal de los miembros. In vitro, se ha demostrado que el fallo ocurre a tensiones de entre el 12% y el 19,7%. La hiperextensión del

menudillo a ritmos rápidos produce tensiones de los tendones flexores de entre 5% y 10% (Barrey et al., 2001), con el TFDS experimentando el doble de tensión que el TFDP (Brown et al., 2003; Dimery et al., 1986). Otros investigadores han medido que la tensión del tendón es del 3% al paso, 6-8% en trote y 12-16% en galope (Brown et al., 2003).

Fisiopatología de las tendinitis y desmitis

El tendón está compuesto predominantemente de agua, que forma aproximadamente dos tercios del peso del tejido. La presencia de esta agua es fundamental para mantener la elasticidad del tejido y los tendones que contienen menos agua tienden a ser más rígidos (Birch, 2007). El tercio restante del contenido del tendón (el peso seco) está compuesto predominantemente de colágeno tipo 1. Las fibrillas de colágeno se ensamblan en un patrón orientado longitudinalmente en subunidades cada vez más grandes, que en última instancia forman el conjunto del tendón. La orientación precisa en cada subnivel de esta disposición jerárquica tiene una influencia en las propiedades mecánicas de la estructura final del tendón y, por lo tanto, es vital para la función del mismo.

Los ligamentos proporcionan firmeza durante el movimiento, y afianzan huesos adyacentes. Están sometidos a fuerzas que poseen diferentes dinámicas que dependen de la amplitud del movimiento de la articulación durante el ejercicio. Entonces, disponen sus fibras más al “azar” respecto de los tendones. Además, los ligamentos tienen una mayor cantidad de glucosaminoglicanos pero menor de colágeno tipo 1 y mayor de colágeno tipo 3 (Werpy et al., 2013).

El LS del caballo es, en realidad, un músculo modificado compuesto predominantemente de fibras tendinosas con algunas fibras musculares residuales. El LS ha sido modificado totalmente en el caballo en tejido fibroso, si bien en el potro es parcialmente muscular, desaparecen gradualmente sus fibras musculares a medida que el animal crece. La cantidad de tejido muscular es del 2-11%, lo que le confiere mayores propiedades de elasticidad con relación a otros ligamentos (Werpy et al., 2013). El LATFDP, por otro lado, es la continuación directa del ligamento carpiano palmar y se fusiona con el TFDP en el tercio medio del metacarpo proveyendo estabilidad al carpo en hiperextensión en la segunda fase del apoyo, compartiendo la tensión con el TFDP.

Las lesiones que afectan a estos tendones (tendinitis) y ligamentos (desmitis) pueden producirse por un traumatismo directo (golpes, heridas, cortes, etc.) o bien, más frecuentemente, por sobreesfuerzo. Se cree que en la mayoría de estas patologías inducidas

por tensión en el caballo, la degeneración suele ser la primera fase de la lesión. Esto puede compararse con la "inflamación molecular" (Tsuzaki et al., 2003) que no provoca un proceso de reparación, pero más bien progresivamente debilita la estructura. Cualquier cambio en las propiedades estructurales de tendones y ligamentos no tiene que ser grande para afectarlos, puesto que ya están operando cerca de su límite de tolerancia.

La lesión clínica ocurre cuando las tensiones más altas sufridas por el tendón o el ligamento abruman la integridad de su estructura, resultando en daños irreversibles. Cuando esto sucede, el daño creado induce un proceso de reparación caracterizado por inflamación seguido de fibroplasia (formación de tejido cicatricial). Con la formación de abundante tejido cicatricial, el tejido curado se vuelve fuerte, pero es funcionalmente inferior al normal. Como estructura curada, el tendón es más rígido que el tendón normal, lo que compromete su función y predispone a una nueva lesión, a menudo en sitios adyacentes a la herida original (Crevier-Denoix et al., 2010).

Una vez que el tendón o el ligamento sufren una lesión clínica, con rotura de su matriz, inicialmente hay hemorragia dentro del tejido, seguido rápidamente de una reacción inflamatoria pronunciada. Esta reacción inflamatoria da como resultado un aumento del flujo sanguíneo, desarrollo de edema, infiltración de neutrófilos, macrófagos y monocitos, y la liberación de enzimas proteolíticas. Mientras esto es la etapa más temprana de reparación, diseñada para eliminar el tejido dañado, la respuesta suele ser excesiva, causando más daño (Smith, 2021). Si estos elementos no son reabsorbidos, porciones superficiales de los tejidos se adhieren entre sí. Las adherencias restringen el movimiento y, lo que es todavía peor, un sobre estiramiento provocará su ruptura, por lo que el proceso curativo debe comenzar de nuevo, en un punto adyacente a la lesión primaria.

Esta fase inflamatoria suele ser de corta duración, pero, a los pocos días, comienza la fase de reparación, que resulta en una respuesta angiogénica pronunciada y la síntesis de tejido cicatricial. Este tejido tiene una mayor proporción de colágeno tipo 3 / 1 (aproximadamente un 50% frente al 10% para el tendón normal, según Birch et al., 1999); y niveles más altos de glucosaminoglicanos (Birch et al., 1998). Cuanto menor sea la densidad del hematoma inicial, más fácil resultará para los nuevos vasos atravesar los tejidos. A través de ellos emergen las células regenerativas (fibroblastos), que comienzan a depositar fibras de colágeno y degradan progresivamente la red de fibrina que se formó durante la coagulación sanguínea. La proliferación de fibroblastos es desorganizada, de manera que va a producir el colágeno inmaduro tipo 3 en disposición transversal, lo que a su vez favorece la

contracción de la herida.

La fase reparadora de la cicatrización se fusiona con la de remodelación, fase en la cual, hay un reemplazo gradual, pero incompleto de colágeno tipo 3 por tipo 1 a medida que madura el tejido cicatricial (Watkins et al., 1985). Las nuevas fibrillas de colágeno se vuelven más gruesas y reticuladas. En esta fase, inducir algún grado de estrés al tendón o ligamento (movilización y carga) es fundamental para que se propicie el alineamiento longitudinal, el reacomodo de las fibras. Si el proceso de remodelación se produce en exceso, puede propiciar también adherencias al tejido subcutáneo, lo que disminuye la capacidad de extensión y retracción de la estructura. Este proceso puede durar de semanas a meses, el tejido reparado no es tan fuerte o tan elástico como el tejido original y, como tal, está predispuesto a volver a lesionarse.

En los últimos años ha habido avances significativos en la comprensión de estos procesos. Especialmente que la inflamación puede ser un factor de gran influencia en el riesgo de recidiva de las lesiones. Esto provocó el surgimiento de nuevas terapias y estrategias preventivas. Un factor importante en la evaluación de estos nuevos tratamientos es que realmente induzcan la formación de un tejido similar al original en lugar de simplemente aumentar la cantidad de tejido cicatricial producido, que aún comprometerá el resultado. El uso de las técnicas de fisioterapia deriva de la necesidad de promover una cicatrización elástica, evitando la formación de un tejido rígido que limite la funcionalidad del segmento (Bromiley, 2008; Martínez Martínez, 2010). Este trabajo se orienta a reportar los resultados obtenidos con una modalidad de fisioterapia principalmente en relación a este último aspecto.

Rehabilitación en medicina deportiva equina

En las últimas dos décadas, la práctica de la medicina deportiva y la rehabilitación equina han progresado hacia un gran y enfocado campo de práctica especializada. Refleja este fenómeno, la consolidación de grupos de profesionales expertos en esta área como: el Programa en Certificación de Rehabilitación Equina (CERP), establecido en el 2004, el Colegio Americano de Medicina Deportiva Veterinaria y Rehabilitación (ACSMVR), aprobada por la Asociación de Medicina Veterinaria Americana en 2010 y el Colegio Europeo de Medicina Deportiva y Rehabilitación Veterinaria (ECVSMR) creado en 2018. Otros grupos nacionales e internacionales de profesionales utilizan modalidades de rehabilitación en la práctica equina incluyendo la Sociedad Internacional de Patología Locomotora Equina (ISELP), y la Asociación Americana de Veterinarios Rehabilitadores (AARV) (Wilson et al., 2018).

Acompañando a este proceso, una numerosa colección de técnicas de rehabilitación están disponibles para uso veterinario. Principalmente para facilitar el regreso al desempeño atlético después de lesiones. Para lograrlo exitosamente, se necesita un diagnóstico preciso, la selección de las modalidades de tratamiento apropiado y una evaluación regular de la respuesta de curación durante la terapia. El ejercicio controlado y dirigido es el fundamento común y necesario posteriormente a todas las demás terapias de rehabilitación.

Transferencia eléctrica capacitiva resistiva

De todas las modalidades de fisioterapia indicadas para tendinitis y desmitis, se destaca la transferencia eléctrica capacitiva resistiva (TECR), que presenta variadas ventajas sobre las demás (ver Tabla 1.). Por ello, el interés de valorarla en este trabajo.

La TECR, también llamada radiofrecuencia capacitiva resistiva, es clasificada como una forma de diatermia endógena, ya que utiliza ondas electromagnéticas de alta frecuencia para aumentar el calor en los tejidos profundos. El principio de calentamiento por radiofrecuencia se basa en el movimiento de las cargas eléctricas dentro de un campo eléctrico que alterna de polaridad constantemente. Al aplicar un campo eléctrico a los tejidos, sus moléculas de agua (dipolos) tienden a deformarse, ya que las cargas son atraídas por el electrodo de polaridad opuesta. La tasa de cambio de polaridad viene dada por la frecuencia de la onda o señal. Cuando la corriente de electrones llega a los tejidos del paciente, estas corrientes electrónicas se vuelven iónicas. Es este flujo de iones y moléculas cargadas que chocan con las partículas inmóviles de los tejidos lo que induce un aumento de la temperatura de la región tratada. La temperatura alcanzada dependerá de la intensidad de la corriente y las características eléctricas y anatómicas de los tejidos tratados. A mayor frecuencia, más intensa es la fricción entre moléculas y, por lo tanto, mayor el calentamiento.

Recientemente, un nuevo sistema de TECR fue desarrollado como una forma de termoterapia profunda. Este no requiere un sistema de enfriamiento de superficie y polo porque utiliza una frecuencia de entre 448 - 500 kHz (clasificada como radiofrecuencia de onda larga) que es más baja que la utilizada en la diatermia conservadora, y no causa una producción excesiva de calor entre la piel y el electrodo. Por lo tanto, se considera la más conveniente y segura, ya que tiene pocas limitaciones con respecto al área de tratamiento y riesgo de quemaduras (Yokota et al., 2017; Tashiro et al., 2017). Esto último es fundamental en el tratamiento de los animales que no tienen la capacidad de expresar claramente las sensaciones de calor o dolor y advertir al terapeuta a tiempo.

El sistema consiste en una placa neutra y dos electrodos que pueden transferir energía en dos modalidades: capacitivo y resistivo. En el modo capacitivo (CAP), la superficie del electrodo activo en contacto con el paciente tiene una capa aislante que sirve como dieléctrico de un condensador. Este modo capacitivo permite principalmente el acceso a estructuras más superficiales y zonas anatómicas mejor vascularizadas.

En el modo resistivo (RES), el electrodo activo no tiene una capa aislante que sirva como dieléctrico de un condensador. Por tanto, la corriente eléctrica suministrada por el generador da como resultados corrientes iónicas en los tejidos, produciendo un aumento de temperatura por efecto Joule. Las cargas eléctricas pueden penetrar los tejidos superficiales y llegar a estructuras más profundas como tendones, ligamentos, huesos y cartílago (Raffaetà et al., 2007). La corriente en estas condiciones permite tratar tejidos más fibróticos, con mayor resistencia-impedancia a la corriente flujo y peor hidratación-vascularización. La potencia de salida puede alcanzar hasta los 200 Watts.



Figura 1. Esquema del sistema de electrodos y placa de la transferencia eléctrica capacitiva resistiva. A. Electrodo capacitivo (recubierto) y resistivo (no recubierto). B. Sistema de electrodo y placa (electrodo de retorno) del modo resistivo. INDIBA® Animal Health.

Efectos de la transferencia eléctrica capacitiva resistiva sobre los tejidos

La termoterapia tiene una serie de efectos en el tratamiento de trastornos musculoesqueléticos como dolor y lesiones tisulares (músculo, tendón y ligamento) (Furlan et al., 2015; Malanga et al., 2014). Por lo tanto, se reconoce como un método importante de terapia física.

El suministro vascular es un factor fundamental en los trastornos crónicos degenerativos del tendón (Fenwick et al., 2002; Macnab, 1973). Se ha informado en humanos que la aplicación

de calor condujo a una mejora del flujo sanguíneo y de la saturación de oxígeno en el tendón de Aquiles (Kubo et al., 2012; 2008).

La termoterapia puede ser superficial o profunda. En general, la termoterapia superficial se refiere a que lo que causa es vasodilatación y aumento de temperatura sólo en la piel y los tejidos superficiales; por otro lado, la termoterapia profunda causa dichos efectos en los tejidos profundos (Tashiro et al., 2017).

En el presente trabajo, los animales fueron tratados con un sistema de TECR monopolar, que utiliza una frecuencia de entre 448 kHz y 500 kHz. Este funciona en un circuito cerrado, lo que permite alcanzar tejidos más profundos que otras tecnologías y sin riesgos. Además, permite al clínico trabajar, según la intensidad aplicada, tanto con efectos térmicos como sub térmicos, por lo tanto, sobre patologías agudas y crónicas.

Efectos térmicos versus sub térmicos de la transferencia eléctrica capacitiva resistiva

El efecto sub térmico es generado a intensidades de la TECR menores a 10%. Produce un cambio térmico real muy pequeño que el terapeuta y el paciente (receptor) son incapaces de percibir. Se cree que los efectos no térmicos no causan un aumento medible de la temperatura tisular general y ocurren a nivel celular, influyendo en la función de las membranas celulares y los orgánulos (Foster et al., 2000; 2007; Rao et al., 2008). Otros efectos sub térmicos que se proponen son la excitación de las vibraciones moleculares, los cambios en la conformación de las proteínas y los cambios en el comportamiento de las proteínas receptoras celulares (Adair et al., 2003; Laurence et al., 2000).

Los efectos térmicos (intensidad mayor a 10%) inducen varias respuestas termofisiológicas como: un aumento de la temperatura del tejido, vasodilatación, aumento del flujo sanguíneo (tanto en la piel como en la profundidad), cambios en las tasas de reacciones bioquímicas y cambios en la conducción nerviosa periférica (Challis, 2005; Adair et al., 2003). El aumento de la temperatura del tejido de un grado Celsius, aumenta la actividad metabólica de este tejido hasta el 13% (Muñoz, 2018; Argüelles 2018). También aumenta la producción de oxígeno libre derivada de la hemoglobina eritrocitaria (Tashiro et al., 2017). Los efectos térmico o hipertérmico varían según la intensidad de la corriente emitida.

Todos los estudios en humanos que incluyeron un seguimiento – Coccetta et al. (2019): 3 meses; Notarnicola et al. (2017) y Paolucci et al. (2019): 2 meses – mostraron que la mejora

significativa del dolor y la discapacidad de pacientes tratados por TECR se confirmó en cada seguimiento. En sujetos sanos, la TECR resultó en un aumento del flujo sanguíneo, mayor oxigenación tisular, nutrición y la eliminación de los residuos metabólicos de la zona tratada (Giombini et al., 2007; Kumaran et al., 2015; Osti et al., 2014). Notarnicola et al. (2017) comparó la TECR con la terapia láser de alta energía y obtuvo mejores y más duraderos resultados tanto en términos de dolor como de discapacidad en el seguimiento.

Tabla 1. Ventajas de la transferencia eléctrica capacitiva resistiva sobre otras terapias físicas en el caballo.

Terapia	TECR	LASER	UST	ESWT	PEMF
Efecto	Térmico y sub térmico (e hipertérmico).	Sub térmico	Efecto térmico y sub térmico según modo y potencia (W/cm ²) *.	Biomodulación, reagudización.	Atérmico.
Área de tratamiento	Todas las áreas y rangos.	Áreas pequeñas.	Limitada al tamaño del cabezal y tiempo de tratamiento.	Áreas pequeñas.	Todas las áreas y rangos.
Versatilidad	Permite uso en patologías agudas y crónicas.	Permite uso en patologías agudas y crónicas.	Permite uso en patologías agudas y crónicas.	Contraindicado en fase aguda de lesión.	Permite uso en patologías agudas y crónicas.
Influencia del color de capa y pelo	Sin limitaciones.	Color oscuro bloquea el paso de la luz. Necesita rasurado.	No influye el color, pero si el largo del pelo.	Sin limitaciones.	Sin limitaciones.
Capa córnea	Barrera mínima.	Barrera.	Barrera.	Barrera.	Barrera mínima.
Profundidad	Todas las profundidades.	Depende de la longitud de onda.	Superficial (máximo: 5-6 cm con frecuencia de 1 MHz) *.	Según generador (radial o focal) y tejido diana.	Inherente al protocolo de aplicación.
Contraindicaciones	Implantes electrónicos, gestación, sobre la piel lesionada, infecciones, neoplasias y tromboflebitis.	Implantes electrónicos, gestación, infecciones, neoplasias y tromboflebitis.	Implantes electrónicos, gestación, sobre la piel lesionada, infecciones y tromboflebitis, zonas donde el hueso es superficial.	Implantes electrónicos, gestación, sobre la piel lesionada, infecciones, neoplasias y tromboflebitis.	Implantes electrónicos, gestación, sobre la piel lesionada, infecciones, neoplasias y tromboflebitis.
Tratamientos preventivos	Indicado.	No usado, no es posible su utilización en tratamientos generalizados.	No usado, no es posible su utilización en tratamientos generalizados.	Contraindicado.	Indicado.
Movimiento del animal	Influye escasamente en el efecto.	Limita el efecto.	Limita el efecto.	Necesita sedación.	No influye en el efecto.

Sensibilidad del animal y riesgo	No produce dolor. Seguro.	No produce dolor. Riesgo moderado.	No produce dolor. Leve riesgo.	Puede ser doloroso.	No produce dolor. Seguro.
Regulación FEI**	Permitido en competencias FEI.	Sólo permitidos Clase I a III en competencia FEI.	Permitido en competencias FEI.	No permitido en competencias FEI.	Permitido en competencias FEI.

Abreviaturas: TECR (Transferencia eléctrica capacitiva resistiva), UST (ultrasonido terapéutico), ESWT (ondas de choque extracorpóreas), PEMF (Campos electromagnéticos pulsátiles), FEI (Federación Ecuestre Internacional). *McGowan (2016). **Según Reglamento FEI. Art.º 1065, art.º 1067.

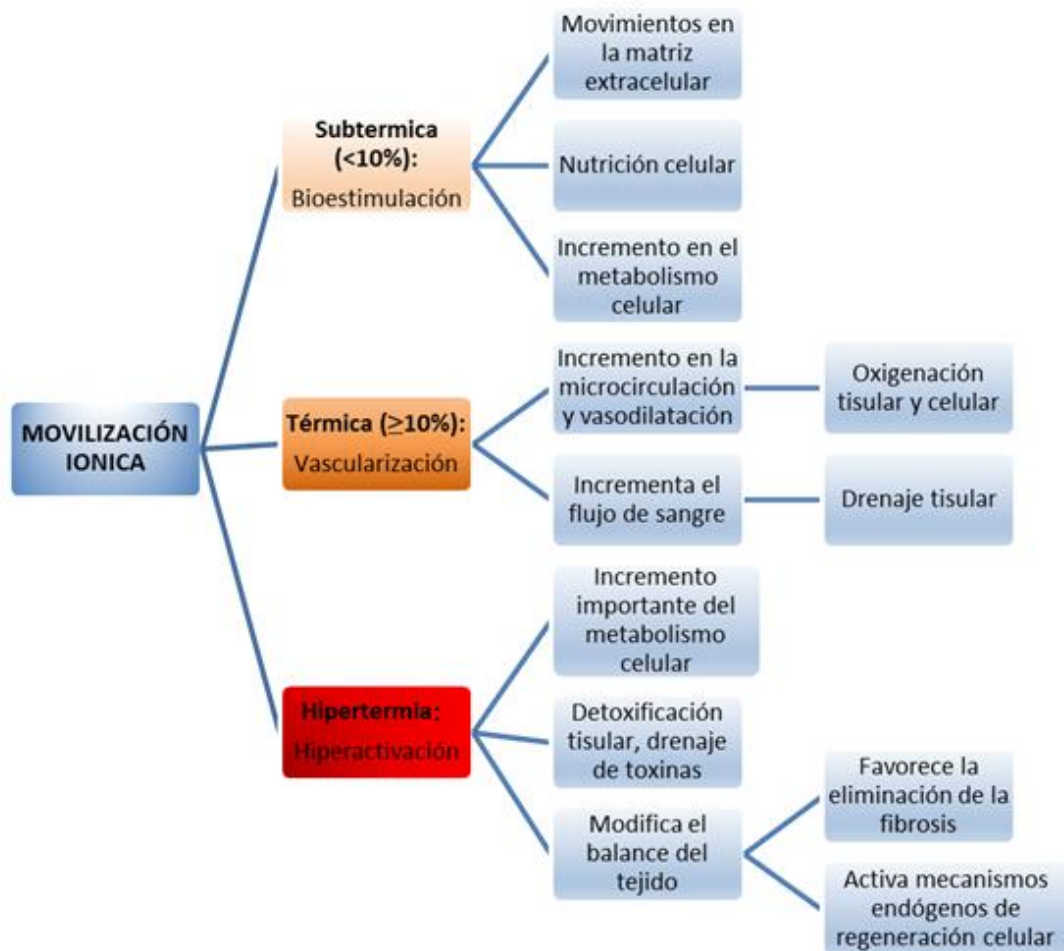


Figura 2. Efectos térmicos y sub térmicos de la transferencia eléctrica capacitiva resistiva sobre los tejidos. INDIBA® Animal Health, modificado por Carina A. Panero. 2021.

Objetivos

El objetivo de este trabajo es informar la respuesta obtenida con la TECR en un número de casos de las lesiones más frecuentes y de tratamiento más controvertido hasta el presente en el atleta equino. Mediante un análisis de la evolución de los casos reportados, se busca evaluar si esta terapia de rehabilitación de tendinitis y desmitis de las regiones metacarpiana y metatarsiana en caballos atletas cumple con las siguientes presunciones:

- Es eficaz y segura.
- Permite una reducción de los tiempos de rehabilitación.
- Previene la recidiva de las lesiones.

Además, se pretende que las conclusiones pudieran aportar un precedente pragmático más que promueva a realizar más estudios científicos sobre el uso de la TECR en rehabilitación musculoesquelética en equinos.

Material y Métodos

Se realizó un estudio clínico observacional retrospectivo en el que se incluyeron 23 casos clínicos de caballos atletas pertenecientes a tres servicios de rehabilitación deportiva equina. Los casos ocurrieron durante el período 2019 a 2021, fueron diagnosticados con lesiones del tendón flexor digital superficial (TFDS), del tendón flexor digital profundo (TFDP), del ligamento accesorio del TFDP (LATFDS), del “ligamento suspensor del menudillo” (LS) o las ramas del LS (RLS). Tanto en extremidades anteriores como posteriores. Todos fueron tratados con terapia de transferencia eléctrica capacitiva resistiva (TECR) para su rehabilitación.

Los criterios de selección de los casos se basaron en: (1) que los animales hubieran sido diagnosticados con lesiones en las estructuras antes mencionadas en las regiones del metacarpo o metatarso; (2) que hubieran sido tratados con TECR como única terapia electrofísica o en combinación con plasma rico en plaquetas (PRP) antes o después de la TECR, (3) que se hubieran hecho ecografías al inicio y al final del tratamiento, (4) que se tuviera información sobre la evolución deportiva del animal luego del final de la terapia (excepto un caso que ha terminado su terapia recientemente y aún se encuentra en etapa de retorno al ejercicio al momento de realizar este trabajo).

La TECR consistió en una corriente monopolar con un rango de frecuencia de entre 448 kHz (Indiba S.A., Barcelona, España) y 500 kHz (CEC S.A., Córdoba, Argentina). Los protocolos de administración de esta terapia física fueron variables según la cronicidad de la lesión y la frecuencia con la que se aplicaron las sesiones terapéuticas. Esto último varió según la elección del/la terapeuta y según las indicaciones apropiadas para cada caso. El protocolo terapéutico no se intenta evaluar comparativamente en este trabajo, sino que, el objetivo es evaluar el beneficio producido mediante la TECR en la rehabilitación de tendinitis y desmitis de la región metacarpiana/metatarsiana del caballo. En este trabajo se pone atención en la optimización de la calidad de cicatrización de los tejidos, en la tasa de recidiva y el retorno a la exigencia de ejercicio, más allá de las dosis específicas que vienen indicadas por el fabricante del equipo y condicionadas por factores específicos de cada caso.

Para cada caso clínico se registró la edad, sexo, disciplina deportiva y nivel de rendimiento del atleta equino. También, el grado de cojera, el tipo de tendinopatía o desmopatía, la etapa (aguda o crónica) y la zona o nivel del metacarpo/metatarso donde se ubicó la lesión (ver zonas en Figura 3). También se discriminó si hubo terapia adicional a la TECR o no. Se registraron además, la puntuación ecográfica y los signos clínicos al inicio y al final del tratamiento y, en función a ello, si hubo evolución favorable o desfavorable de la lesión. Se registró si hubo recidiva (recurrencia en la misma zona) de la lesión después del tratamiento o no, el tiempo de retorno al entrenamiento específico de la disciplina y la aptitud para volver al nivel de rendimiento anterior.

El nivel de desempeño previo varió entre los pacientes desde muy baja exigencia, en casos de concurso morfológico, hasta caballos de competición de alto nivel como son la doma clásica profesional y los saltos hípicas de categoría 1,30 m. de altura o superiores. Por lo tanto, "volver a la competición" no se podría considerar un parámetro adecuado para definir la evolución favorable. Se define el tiempo de recuperación a partir del momento en que el animal volvió a realizar el entrenamiento normal, es decir, al mismo nivel de exigencia que se encontraba antes de aparecer la lesión. Para registrar si hubo recidiva, todos los casos de evolución favorable, excepto uno que es más reciente, tuvieron un período de seguimiento mínimo de 5 meses posterior al retorno al entrenamiento normal.

Se analizaron los resultados de cada caso en función a los siguientes parámetros: (1) Tasa de evolución favorable; (2) tasa de recidiva de lesión; (3) duración promedio del tratamiento; (4) promedio de sesiones hasta la evolución favorable; (5) frecuencia promedio de sesiones de tratamiento; (6) promedio de tiempo de recuperación hasta el retorno al

entrenamiento normal; (7) tasa de retorno al nivel de competición previo o superior.

Todos los animales recibieron durante su tratamiento de TECR un manejo del ejercicio controlado con caminatas cortas (no mayores a 20 minutos) entre 1 y 3 veces al día. Además, una vez terminada la terapia TECR, la reintroducción al ejercicio fue paulatina y con un plan de rehabilitación indicado por el veterinario clínico de cabecera o por el servicio de rehabilitación.

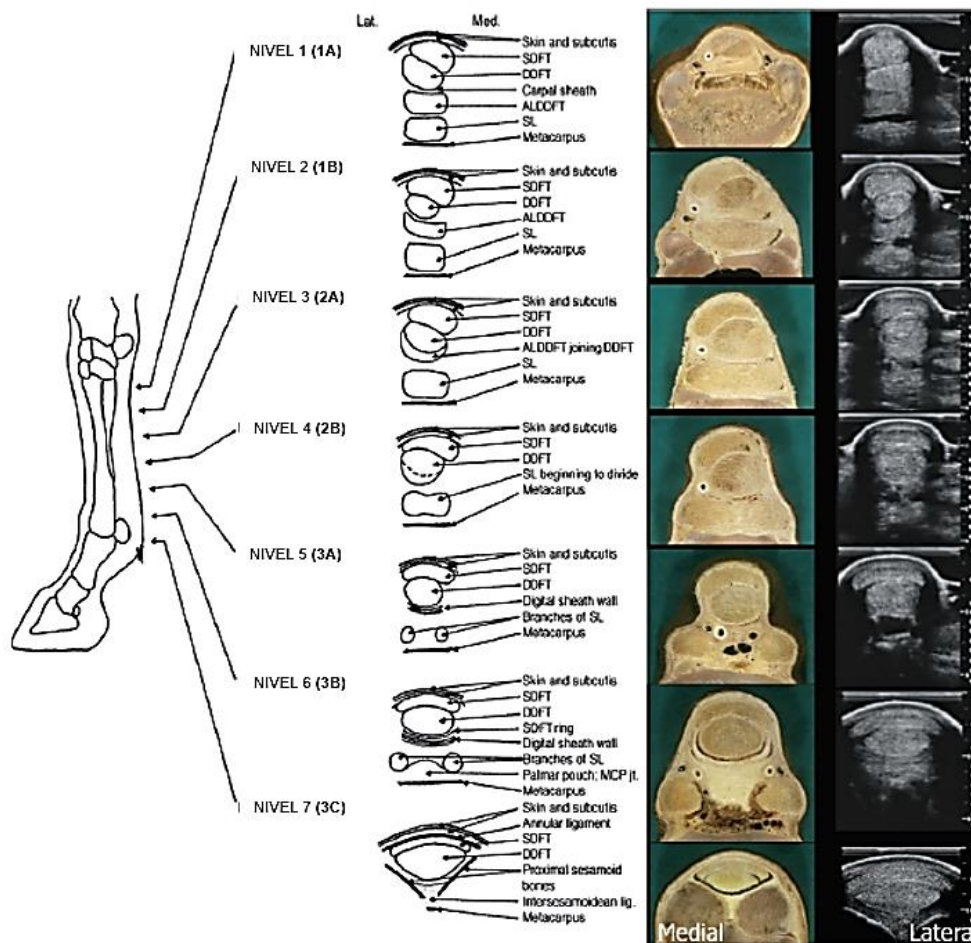


Figura 3. Zonas o niveles anatómicos para ultrasonografía de la región palmar/plantar del metacarpo/metatarso. Ventanas transversales. Abreviaturas: SDOFT (Tendón flexor digital superficial), DDFT (Tendón flexor digital profundo), ALDDFT (Ligamento accesorio del tendón flexor digital profundo), SL (“Ligamento suspensor del menudillo”). (Kidd et al., 2014).

El diagnóstico de las lesiones se basó en un examen completo de cojera. Esto seguido de una evaluación ecográfica de la región del metacarpo/metatarso del miembro afectado. Ambos se realizaron antes del inicio y el día después del cese de la terapia con TECR. La información sobre la evolución a largo plazo se obtuvo mediante consulta telefónica con el veterinario referente.

La cojera se puntuó en la escala AAEP (“American Association of Equine Practitioners”) adaptada que determina lo siguiente: grado 0 (sin cojera), grado 1 (cojera leve detectada solo al trote), grado 2 (moderadamente cojo en el trote solamente), grado 3 (levemente cojo al caminar y severamente cojo al trote), grado 4 (moderadamente cojo al caminar, severamente cojo al trote) y grado 5 (severamente cojo al caminar o sin sostener el peso en ese miembro) (Stashak, 2002).

La etapa de la lesión se clasificó como: aguda (<4 semanas) o crónica (> 4 semanas) según la historia del caso. Las lesiones se clasificaron además por su apariencia clínica (calor, dolor a la palpación y tumefacción).

La evaluación ecográfica se realizó con sonda lineal de 7,5 a 10 MHz y consistió en vistas transversales y longitudinales, desde el lado palmar/plantar, medial y lateral de la estructura lesionada en una posición de pie y con la extremidad flexionada. La puntuación ecográfica para clasificar la severidad de las lesiones se basó en las siguientes escalas semicuantitativas:

Escala de puntuación ecográfica para tendones

Para la evaluación de las tendinitis se evalúan las lesiones a través de tres criterios según Alzola Domingo et al. (2017): (1) La ecogenicidad de la lesión en comparación con el tejido tendinoso normal. (2) El área de sección transversal (CSA, del inglés “cross sectional area”) estimada. Esta es el porcentaje del total del tendón o ligamento que ocupa la lesión. (3): El porcentaje estimado del patrón longitudinal de fibras alterado (PLF) respecto al tendón normal. Ver Tabla 2.

Tabla 2. Escala de puntuación ecográfica para tendones.

	Ecogenicidad	CSA (%)	PLF (%)
Grado 1	Ligeramente hipoecoicas (“más blanco que negro”).	<25%	<25%
Grado 2	Moderadamente hipoecoicas (“mismas cantidades de blanco y negro”).	≥25-50%	≥25-50%
Grado 3	Muy hipoecoicas (“más negras que blancas”).	≥50-75%	≥50-75%
Grado 4	Anecoicas (“totalmente negras”).	≥75%	≥75%

(Alzola Domingo et al.,2017). Abreviaturas: CSA (Área de sección transversal), PLF (Patrón longitudinal de fibras alterado).

Escala de puntuación ecográfica para ligamentos

Tabla 3. Escala de puntuación ecográfica para ligamentos.

Grado 0	Ecogenicidad normal y patrón fibrilar homogéneo
Grado 1	Regiones de hipoeogenicidad leve y/o signos sutiles de patrón fibrilar irregular.
Grado 2	Extensas regiones de hipoeogenicidad leve o regiones de ecogenicidad heterogénea moderada y/o pequeñas alteraciones focales de patrón fibrilar.
Grado 3	Grandes defectos anecoicos "centrales" y/o marcada alteración del patrón fibrilar.

(Según Ramzan et al., 2012, para el "ligamento suspensor del menudillo").

La gravedad de las lesiones se consideró leve para los grados 1, moderada para los grados 2 y severa para los grados 3 y 4.

En los casos reportados en dos servicios de rehabilitación donde se pudo acceder a todas las imágenes ecográficas, las lesiones se midieron mediante el procesador de imagen "ImageJ" para calcular el porcentaje estimado de CSA (ver Figura 4). La ecogenicidad de la lesión y el porcentaje estimado del patrón longitudinal de fibras alterado se obtuvieron mediante la comparación de la misma zona en el miembro contralateral normal (ver Figura 6).

En los casos reportados en el servicio restante, se trabajó sobre los informes ecográficos emitidos por el profesional veterinario ecografista que evaluó cada caso tanto para su diagnóstico como para su evolución posterior al tratamiento.

En cada examen de control, los siguientes factores indicaron una evolución favorable: (1) Un área de sección transversal (CSA) estable o decreciente. (2) Un aumento de la ecogenicidad de la lesión y una textura cada vez más homogénea (ver Figura 5). (3) Una mejora en el patrón estriado visto longitudinalmente. (4) Ausencia de fibrosis peri tendinosa y adherencias. (5) Disminución del grado de cojera o desaparición. (6) Desaparición de los signos apreciables clínicamente: calor, dolor, tumefacción. (Kidd et al., 2014).

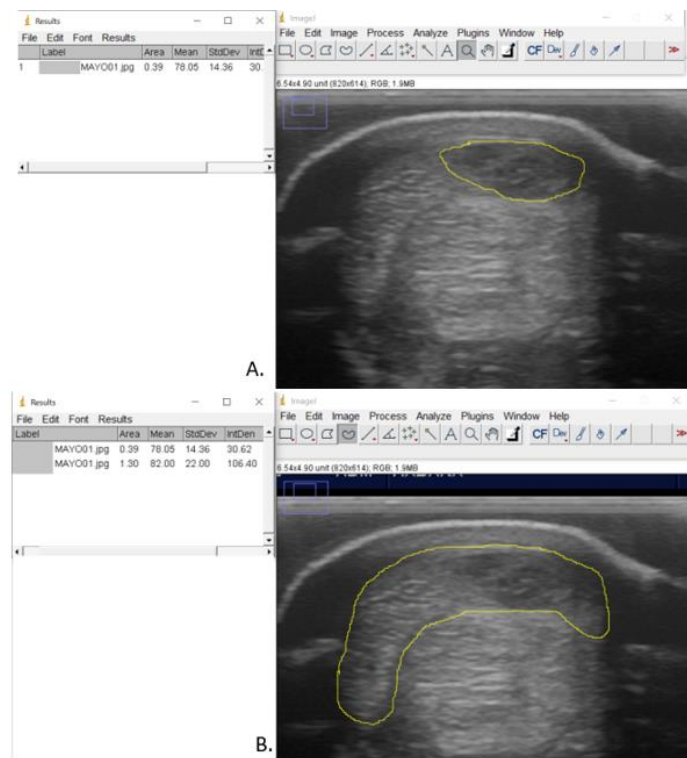


Figura 4. Estimación del área de sección transversal (CSA) de la lesión con “ImageJ”. A. Medición del área estimada de la lesión en sección transversal. B. Medición del área estimada total del tendón flexor digital superficial para el cálculo del porcentaje de CSA.

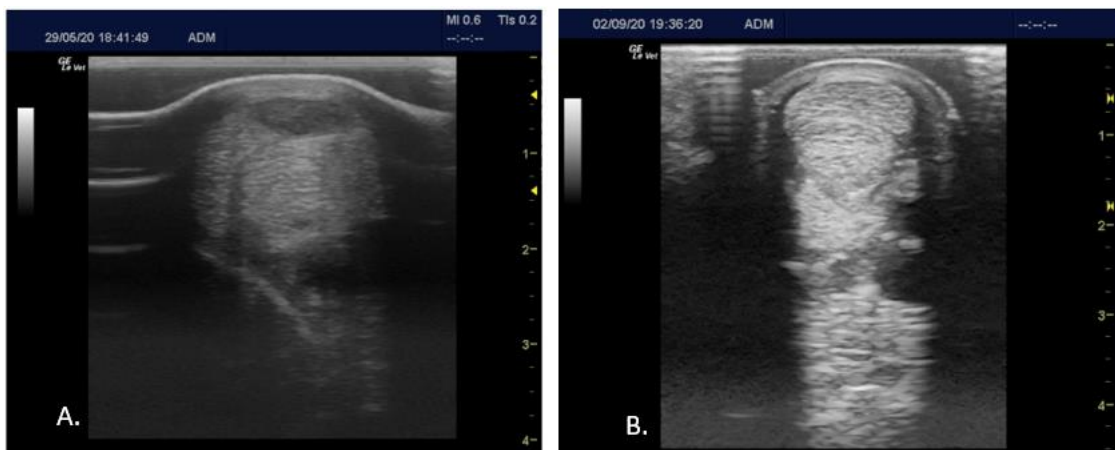


Figura 5. Evolución favorable de una lesión. Sección transversal de la cara palmar del metacarpo. A. Lesión de grado 3 en tendón del flexor digital superficial. B. Evolución favorable de A hacia grado 1.

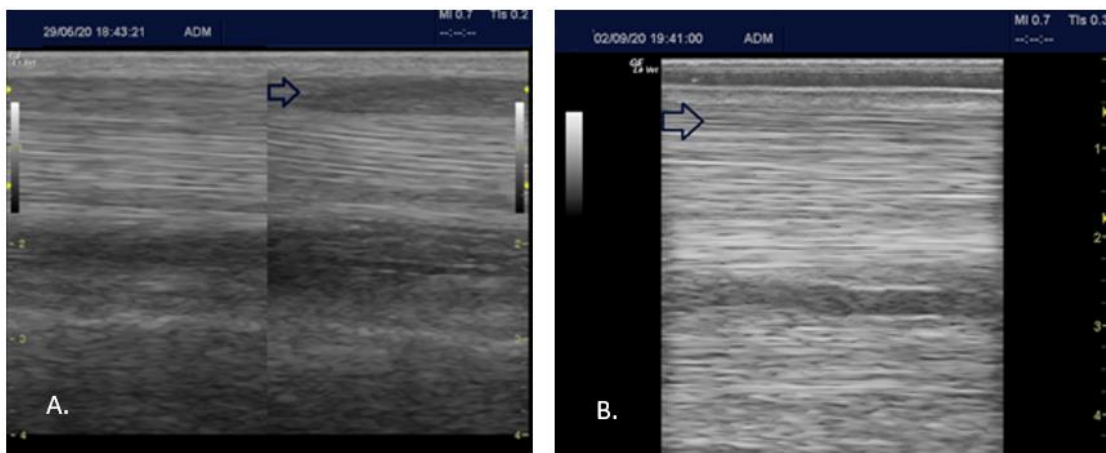


Figura 6. Evolución favorable en el patrón longitudinal de las fibras. A. Ventana longitudinal del tendón flexor digital superficial con una lesión de grado 3 (flecha) comparada con la misma vista del tendón del miembro contralateral. B. Evolución favorable de la misma lesión donde se observa un patrón longitudinal de fibras ya correctamente organizado (flecha).

Resultados

Características de la población de estudio

Se reportaron 23 casos en caballos atletas (12 machos y 11 hembras), con edades comprendidas entre 3 y 18 años. Principalmente fueron atletas de salto y doma clásica con un 43,5 % (10 casos) para cada disciplina. El 13% (3 casos) restante, fueron caballos de doma vaquera y concurso morfológico. La mayoría, el 56,5 % (13 casos), competía a un nivel de exigencia alto. El resto correspondió a un 21,7% de nivel intermedio y otro 21,7% de nivel bajo (5 casos de cada uno).

La mayor proporción de casos reportados fueron de tendinitis del flexor digital superficial (52,1%; 12 casos), a su vez, la distribución general de etapas de las lesiones fue de un 60,9% (14 casos) para patologías agudas y un 39,1% (9 casos) para crónicas. Un 13% (3 casos) de los casos tratados constituyeron recidivas de lesiones anteriores. En la Figura 7 se describe la distribución de lesiones según estructura afectada.

De los casos tratados con TECR, 5 caballos (21,7%) recibieron una terapia de rehabilitación adicional consistente en plasma rico en plaquetas (PRP). El 40% (2 casos) de estos últimos correspondían a recidivas de lesiones previas.

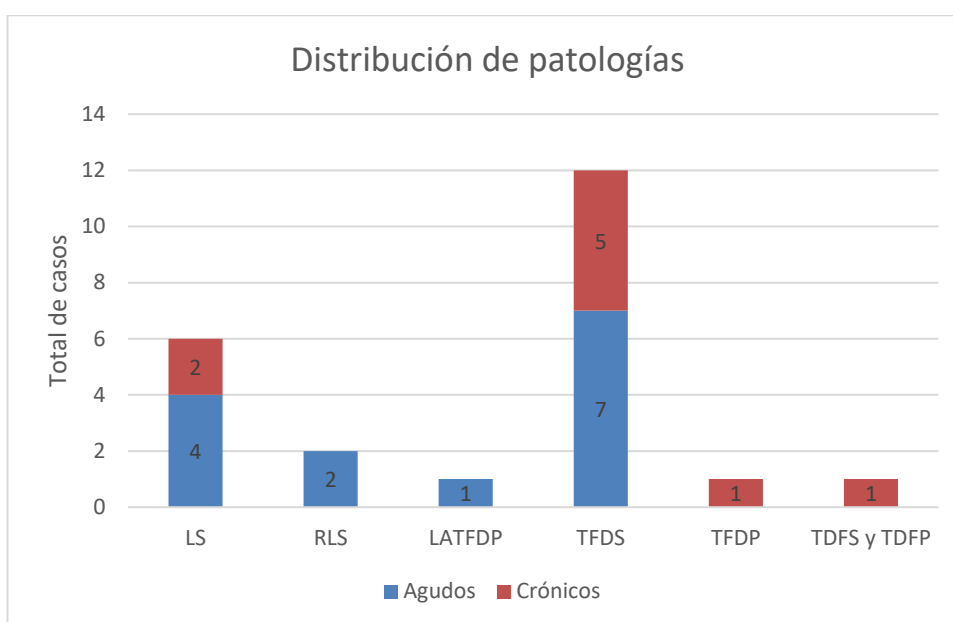


Figura 7. Distribución del número de casos según estructura afectada. Abreviaturas: LS (origen y cuerpo del “ligamento suspensor del menudillo”); RLS (Rama del “ligamento suspensor del menudillo”); LATFDP (Ligamento accesorio del tendón flexor digital profundo); TFDP (Tendón flexor digital profundo); TDFS (Tendón flexor digital superficial).

Efectos de la transferencia eléctrica capacitiva resistiva en los casos reportados

La tasa de evolución favorable de las lesiones post tratamiento con TECR fue de un 91,3% (21 casos) para el total de los casos. La tasa general de recidiva sobre los casos de evolución favorable fue de 19% (4 casos).

Para las tendinitis (14 casos), la tasa de evolución favorable fue de un 92,8% (13 casos) y la tasa de recidiva fue de 30,8% (4 casos). Para las desmitis (9 casos), la tasa de evolución favorable fue de un 88,9% (8 casos) y la tasa de recidiva post tratamiento con TECR fue de 0 %.

De los animales que evolucionaron favorablemente, un 23,8% (5 casos) también recibieron tratamiento con PRP; de éstos, el 20% (1 caso) presentó recidiva. Resultando de esto, una tasa de recidiva del grupo tratado únicamente con TECR de 18,7% (3 de 16 casos).

Todos los casos que consistían en recidivas de lesiones previas tuvieron una evolución favorable y sin nueva recidiva.

En los casos de evolución favorable, el promedio de sesiones por animal por tratamiento fue de 13,3, con un mínimo de 5 y un máximo de 30 sesiones. La duración promedio de tratamiento fue de 19 días, con un mínimo de 4 días y un máximo de 36 días. El intervalo promedio entre sesiones fue de 2,6 días con un mínimo de 12 horas y un máximo de 6 días.

El tiempo promedio de recuperación de las lesiones hasta el retorno al entrenamiento normal del caballo fue de 2,4 meses, con un mínimo de 2 meses y un máximo de 5 meses. La tasa de retorno al nivel de ejercicio de competición (exigencia igual o superior a la que tenía previo a la lesión) de los casos de evolución favorable, fue del 100 %.

Discusión

La terapia de transferencia eléctrica capacitiva resistiva (TECR) o radiofrecuencia capacitiva resistiva se aplicó en todos los caballos sin quemaduras en la piel, signos de dolor u otros efectos adversos. La aplicación de la terapia TECR, por lo tanto, puede clasificarse como un procedimiento seguro, además de ser un tratamiento no invasivo, en el caballo.

El tratamiento con TECR de tendinitis y desmitis de la región metacarpiana/metatarsiana en este estudio se asoció con una mejora en la cojera y las puntuaciones ecográficas. La evolución favorable de las lesiones ocurrió dentro de 2 a 6 semanas después del inicio del tratamiento con TECR. A pesar de la variabilidad en las puntuaciones al inicio, hubo una mejora general tanto en la cojera como en las puntuaciones ecográficas, en todos los tipos y etapas de tendinitis o desmitis. Incluso para aquellos casos que eran recidivas de lesiones previas. Si bien, la tasa de recidiva fue mayor para las tendinopatías que para las desmopatías (donde no hubo recidiva), tanto los casos agudos como crónicos tuvieron la misma prevalencia de recaída.

Se considera que los procedimientos terapéuticos estándar (crioterapia, medicación antiinflamatoria y reposo) tienen periodos de recuperación que oscilan entre 200 y 300 días para lesiones leves a moderadas (Romano et al., 2009). Sin embargo, en este trabajo, el tiempo promedio para que los caballos volvieran a hacer ejercicio de entrenamiento normal fue menor a 3 meses y, todos los que respondieron favorablemente a la terapia, volvieron al nivel de desempeño anterior en menos de 6 meses. Esto coincide con un estudio realizado por Romano et al. (2009) sobre el efecto de la TECR en tendinitis y desmitis en equinos. Este hallazgo puede considerarse bastante interesante, ya que la rehabilitación de las lesiones se manifestó después de un intervalo de tiempo (2 a 5 meses) mucho más corto que el descrito en la

literatura para otras modalidades de tratamiento.

Se sabe que la alineación de fibras juega un papel fundamental en la determinación de la resistencia a la tracción en los tendones y ligamentos, y por lo tanto, en su resistencia a la tensión y el riesgo asociado de nueva lesión (Crowe et al., 2010). Se puede argumentar que el aspecto ecográfico de las lesiones a las 6 semanas es demasiado corto para tener un valor predictivo de la calidad de la reparación. La falta de seguimiento ecográfico de todos los casos después de un tiempo más largo es de hecho una limitación del estudio actual. Sin embargo, el período de seguimiento clínico fue más largo y se acepta generalmente que la tasa de recidiva de las lesiones representa el parámetro de resultado crítico en los estudios sobre la curación de tendones y ligamentos en equinos.

Los mecanismos de reparación natural no permiten que los tendones y ligamentos lesionados se recuperen completamente. Esto hace que los caballos afectados con estos problemas tengan una predisposición de recaída alta. En un estudio de Halper et al. (2006), la recidiva de estas lesiones fue de un 80% a pesar de emplear varios tipos de tratamientos convencionales (en base a reposo y antiinflamatorios). La tasa de recidiva de tendinopatías en caballos de diferentes disciplinas varió entre 42,5 y 44,4% después del tratamiento conservador consistente en ejercicio controlado con o sin tratamiento con ácido hialurónico o glucosaminoglicanos polisulfatados (Kaneps, 2016, Schramme et al., 2010). Dyson (2004) informó una tasa de “re-lesiones” de aproximadamente del 18% después de la inyección intralesional de beta aminopropionitrilo. El plasma rico en plaquetas (PRP) se ha aplicado con éxito tanto en la tendinopatía del TFDS y como en la desmitis del LS (Waselau et al., 2008; Castelijns et al., 2011), sin embargo, faltan estudios a gran escala. En un estudio realizado por Geburek et al. (2016), un 80 % de los caballos tratados con PRP alcanzó su nivel anterior o superior de rendimiento después de 12 meses en comparación con el 50% en el grupo control. Después de 24 meses, estas proporciones fueron del 60% (un 20% experimentaron recidiva) y 50%, respectivamente. Por otro lado, la tasa de “re-lesión” después de la terapia con células madre en la tendinopatía del TFDS fue del 27,4% en el estudio de Godwin et al. (2011) y del 18% en el estudio de Smith (2008).

Las tasas de recidiva posterior al tratamiento con TECR en el presente informe son más bajas o están dentro de los rangos más bajos de los reportados en otros estudios sobre modalidades de tratamiento para la tendinopatía y la desmopatía. Siendo similares a las reportadas para tratamientos con PRP y células madre. Solo una minoría de caballos recibió alguna terapia adicional en el estudio actual. Estos caballos no fueron eliminados del estudio

para permitir estudiar los efectos de la terapia de radiofrecuencia combinada con una terapia adicional.

Si bien se describe que la terapia con PRP para tendinitis y desmitis presenta tiempos similares de retorno al ejercicio normal (Argüelles et al., 2005), la TECR presenta varias ventajas sobre ella. La TECR es una terapia no invasiva, por lo que no presenta riesgo de infección debido a su aplicación. Además, su aplicación es sencilla y no requiere otros elementos médicos ni de laboratorio para su realización como ocurre con las terapias biológicas, que a su vez son más complejas y costosas. Por otro lado, los protocolos de TECR pueden ser algo flexibles en frecuencia y duración sin influir en la tasa de evolución favorable. Esto puede deberse a su efecto bioestimulador que no se pierde con el tiempo.

La aplicación de PRP como terapia adicional no pareció beneficiosa en el trabajo actual, ya que dentro del grupo de caballos que recibió esta terapia también hubo recidiva y dicha tasa fue incluso mayor que la del grupo tratado sólo con TECR (20 % versus 16,6 %). Si bien, se reconoce que el número de casos analizados debería ser mayor para comprobar si esta tendencia es o no estadísticamente significativa.

La terapia con TECR en tendones y ligamentos presenta una versatilidad tanto para el tratamiento de lesiones agudas como crónicas, lo cual no ocurre con la terapia con células madre, eficaz sólo en la etapa aguda. El tipo inicial de tendinopatía o desmopatía, la etapa de la lesión o el uso de una terapia adicional no afectó la respuesta al tratamiento reportada. Esta observación contrasta con una serie de estudios anteriores en caballos de carreras que informaron un pronóstico de 29-35% para competir exitosamente de nuevo para las lesiones con una CSA <50% del total del área transversal del tendón, y de un 49-99% de probabilidad en casos que presentaban <75% del patrón de fibras longitudinales alterado (Alzola et al., 2018). En teoría, el resultado del análisis actual posiblemente podría explicarse por las propiedades biofísicas de la TECR. Tanto los estudios en animales como en humanos informan que la terapia TECR tiene efectos importantes a nivel tisular, como la bioestimulación, estimulación de la microcirculación y la hiperactivación metabólica, generando efectos analgésicos y antiinflamatorios (Adair et al., 2003; Challis, 2005; Coccetta et al., 2019; Foster et al., 2011; Giombini et al., 2007; Kumaran et al., 2015; Laurence et al., 2000; Notarnicola et al., 2017; Paolucci et al., 2019; Osti et al., 2015; Tashiro et al., 2017).

Coincidiendo con otros informes (Romano et al., 2009; Argüelles, 2018; Campos et al., 2018; Muñoz et al., 2018), sobre la TECR aplicada a tendinitis y desmitis en caballos deportistas, esta terapia puede ser considerada como un método novedoso, no invasivo,

práctico y efectivo en comparación con otros regímenes terapéuticos. Sin embargo, se requieren más investigaciones sobre este tema para sacar conclusiones, sobre todo en la especie equina donde son escasos los estudios realizados hasta la fecha.

Limitaciones principales del trabajo

La principal limitación del análisis de este reporte de casos es que, debido a su naturaleza retrospectiva, carece de un grupo control, que hubiera confirmado los beneficios del tratamiento ensayado. Este debería ser un grupo de casos de caballos que se encontraran bajo las mismas condiciones de ejercicio controlado y bajo un tratamiento médico clásico. El número de casos es relativamente reducido para la realización de análisis estadísticos significativos. Además, de algunos caballos se perdió el seguimiento ecográfico a largo plazo, y la ausencia de recidiva se definió por el testimonio del veterinario clínico y el desempeño deportivo del animal.

Otras limitaciones consisten en la variedad del estadio de las patologías tratadas. Esto hizo muy variables los protocolos a utilizar, que además se adaptaron a los métodos de trabajo de cada terapeuta.

Por otro lado, la amplitud del rango de intervalos entre sesiones genera una limitación a la hora de evaluar el tiempo de recuperación del nivel de entrenamiento normal, ya que, los protocolos de mayor duración (mayor intervalo entre sesiones) llevan implícito una parte del tiempo de la etapa de rehabilitación durante el tratamiento. Además, los posibles factores de confusión fueron la aplicación de tratamientos con PRP además de la terapia de TECR en algunos caballos.

Por último, al ser la ecografía un método complementario que, si bien es el de primera elección para el diagnóstico in vivo de tendinopatías y desmopatías, es bastante técnico dependiente. Hay que tener en cuenta que las diferentes ecografías realizadas de la evolución de una misma lesión pueden no haber sido hechas siempre por el mismo profesional y con el mismo equipo. Por lo que, esta variabilidad, aunque está dentro de lo esperado para este método complementario, puede influir en la interpretación de los valores semicuantitativos en los que una lesión evoluciona en su escala ecográfica. De todas maneras, estas escalas, junto a las manifestaciones clínicas y el retorno al ejercicio permiten distinguir claramente si una lesión evoluciona favorable o desfavorablemente en respuesta a una terapia.

Conclusiones

1. La terapia de transferencia eléctrica capacitiva resistiva (TECR) consiste en una modalidad segura, no invasiva y eficaz en la rehabilitación de tendinitis y desmitis de las regiones metacarpiana y metatarsiana del caballo atleta. En este estudio retrospectivo de casos se observó una mejoría en las cojeras y en las puntuaciones ecográficas después de la terapia con TECR.

2. La tasa de recidiva de las lesiones y los tiempos de regreso al entrenamiento con el nivel de exigencia normal estuvieron dentro de los rangos más bajos descritos por estudios publicados sobre otras modalidades de tratamientos. Fue posible una inmediata iniciación del programa de ejercicios de rehabilitación después de finalizada la terapia de TECR.

3. Aunque estos hallazgos son interesantes, debe reconocerse que el trabajo actual es un reporte observacional retrospectivo sobre los posibles efectos de esta nueva modalidad terapéutica y presenta varias limitaciones que impiden la elaboración de conclusiones estadísticamente significativas. No obstante, los resultados pueden considerarse lo suficientemente alentadores como para justificar la realización de estudios experimentales controlados que pueden ayudar a obtener una mayor comprensión de la biofísica y los efectos de la TECR en la calidad de la cicatrización de tendones y ligamentos.

4. Además, es necesario definir protocolos más estandarizados adaptados a cada tipo de lesión y brindar los suficientes argumentos para establecer un pronóstico de evolución concreto tras el uso de este tratamiento como elección para ciertas tendinitis y desmitis.

Bibliografía

- Adair, E. R., & Black, D. R. (2003). Thermoregulatory responses to RF energy absorption. *Bioelectromagnetics*, 24(S6), S17–S38. <https://doi.org/10.1002/bem.10133>
- Alzola Domingo, R., Riggs, C. M., Gardner, D. S., & Freeman, S. L. (2017). Ultrasonographic scoring system for superficial digital flexor tendon injuries in horses: intra- and inter-rater variability. *Veterinary Record*, 181(24), 655. <https://doi.org/10.1136/vr.104233>
- Alzola, R., Easter, C., Riggs, C. M., Gardner, D. S., & Freeman, S. L. (2018). Ultrasonographic-based predictive factors influencing successful return to racing after superficial digital flexor tendon injuries in flat racehorses: A retrospective cohort study in 469 Thoroughbred racehorses in Hong Kong. *Equine Veterinary Journal*, 50(5), 602–608. <https://doi.org/10.1111/evj.12810>
- Argüelles, D. (2018). La radiofrecuencia a 448 kHz en el tratamiento de lesiones téndino-ligamentosas en caballos. *Indiba Animal Health*. <https://www.indiba.com/es/tecnologia/literatura-cientifica>

- Barrey, E., & Biau, S. (2002). Locomotion of dressage horses. In A. Lindner (Ed.), *The Elite Dressage and Three Day Event Horse, Conference on Equine Sports Medicine and Science* (pp. 17–32). <https://bibleandbookcenter.com/read/conference-on-equine-sports-medicine-and-science/>
- Barrey, E., Evans, S. E., Evans, D. L., Curtis, R. A., Quinton, R., & Rose, R. J. (2001). Locomotion evaluation for racing in Thoroughbreds. *Equine Veterinary Journal*, 33(S33), 99–103. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2001.tb05369.x>
- Batson, E. L., Paramour, R. J., Smith, T. J., Birsh, H. L., Patterson-Kane, J. C., & Goodship, A. E. (2010). Are the material properties and matrix composition of equine flexor and extensor tendons determined by their functions? *Equine Veterinary Journal*, 35(3), 314–318. <https://doi.org/10.2746/042516403776148327>
- Birch, H. L. (2007). Tendon matrix composition and turnover in relation to functional requirements. *International Journal of Experimental Pathology*, 88(4), 241–248. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2613.2007.00552.x>
- Birch, H. L., Bailey, A. J., & Goodship, A. E. (1998). Macroscopic 'degeneration' of equine superficial digital flexor tendon is accompanied by a change in extracellular matrix composition. *Equine Veterinary Journal*, 30(6), 534–539. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1998.tb04530.x>
- Birch, H. L., Bailey, J. V. B., Bailey, A. J., & Goodship, A. E. (1999). Age-related changes to the molecular and cellular components of equine flexor tendons. *Equine Veterinary Journal*, 31(5), 391–396. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1999.tb03838.x>
- Bromiley, M. W. (2008). *Lesiones del caballo, tratamiento y rehabilitación* (2nd ed.). Acribia.
- Brown, N. A. T., Pandy, M. G., Kawcak, C. E., & McIlwraith, C. W. (2003). Force- and moment-generating capacities of muscles in the distal forelimb of the horse. *Journal of Anatomy*, 203(1), 101–113. <https://doi.org/10.1046/j.1469-7580.2003.00206.x>
- Campos, M. J. & Universidad de Córdoba, España. (2018). Radiofrecuencia monopolar capacitiva/resistiva a 448 kHz en el tratamiento de la tendinopatía del tendón flexor superficial del caballo. Caso clínico. *Indiba Animal Health*. <https://www.indiba.com/es/tecnologia/literatura-cientifica>
- Carmona, J. U., & López, C. (2011). Tendinopatía del tendón flexor digital superficial y desmopatía del ligamento suspensorio en caballos: fisiopatología y terapias regenerativas. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 43(3), 203–214. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2011000300002
- Castelijns, G., Crawford, A., Schaffer, J., Ortolano, G. A., Beaugard, T., & Smith, R. K. W. (2011). Evaluation of a filter-prepared platelet concentrate for the treatment of suspensory branch injuries in horses. *Veterinary and Comparative Orthopedics and Traumatology*, 24(05), 363–369. <https://doi.org/10.3415/vcot-11-01-0001>
- Challis, L. (2005). Mechanisms for interaction between RF fields and biological tissue. *Bioelectromagnetics*, 26(S7), S98–S106. <https://doi.org/10.1002/bem.20119>
- Clayton, H. M. (1996). Time-motion analysis in the sport of dressage. *Pferdeheilkunde Equine Medicine*, 12(4), 671–678. <https://doi.org/10.21836/pem19960467>
- Clayton, H. M. (2002). The optimal surface for training and competing. In A. Linder (Ed.), *The Elite Dressage and Three Days Event Horse, Conference on Equine Sports Medicine and Science* (pp. 33–42). A Lindner.
- Cocchetta, C. A., Sale, P., Ferrara, P. E., Specchia, A., Maccauro, G., Ferriero, G., & Ronconi, G. (2019).

Effects of capacitive and resistive electric transfer therapy in patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *International Journal of Rehabilitation Research*, 42(2), 106–111. <https://doi.org/10.1097/mrr.0000000000000324>

Crevier-Denoix, N., Collobert, C., Pourcelot, P., Denoix, J., Sanaa, M., Geiger, D., Bernard, N., Ribot, X., Bortolussi, C., & Bousseau, B. (2010). Mechanical properties of pathological equine superficial digital flexor tendons. *Equine Veterinary Journal*, 29(S23), 23–26. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1997.tb05046.x>

Crowe, O. M., Dyson, S., Writh, I. M., Schramme, M. C., & Smith, R. K. W. (2010). Treatment of chronic or recurrent proximal suspensory desmitis using radial pressure wave therapy in the horse. *Equine Veterinary Journal*, 36(4), 313–316. <https://doi.org/10.2746/0425164044890562>

Dimery, N. J., Alexander, R. M., & Ker, R. F. (1986). Elastic extension of leg tendons in the locomotion of horses (*Equus caballus*). *Journal of Zoology*, 210(3), 415–425. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1986.tb03646.x>

Dyson, S. (2002a). Lameness and poor performance in the sport horse: Dressage, show jumping and horse trials. *Journal of Equine Veterinary Science*, 22(4), 308–315. [https://doi.org/10.1016/s0737-0806\(02\)70139-1](https://doi.org/10.1016/s0737-0806(02)70139-1)

Dyson, S. (2002b). Lameness and poor performance in the sport horse: Dressage, show jumping and horse trials. *Journal of Equine Veterinary Science*, 22(4), 109–114. [https://doi.org/10.1016/s0737-0806\(02\)70139-1](https://doi.org/10.1016/s0737-0806(02)70139-1)

Dyson, S. (2010). Medical management of superficial digital flexor tendonitis: a comparative study in 219 horses (1992–2000). *Equine Veterinary Journal*, 36(5), 415–419. <https://doi.org/10.2746/0425164044868422>

Echevarría Ruiz-Oriol, M., & García Píqueres, M. (2011). Curso introductorio a la fisioterapia en caballos. Colegio de Fisioterapeutas.

Fenwick, S. A., Hazleman, B. L., & Riley, G. P. (2002). The vasculature and its role in the damaged and healing tendon. *Arthritis Research*, 4(4), 252–260. <https://doi.org/10.1186/ar416>

Foster, K. (2000). Thermal and nonthermal mechanisms of interaction of radiofrequency energy with biological systems. *IEEE Transactions on Plasma Science*, 28(1), 15–23. <https://doi.org/10.1109/27.842819>

Foster, K. R., & Glaser, R. (2007). Thermal mechanisms of interaction of radiofrequency energy with biological systems with relevance to exposure guidelines. *Health Physics*, 92(6), 609–620. <https://doi.org/10.1097/01.hp.0000262572.64418.38>

Foster, K. R., & Morrissey, J. J. (2011). Thermal aspects of exposure to radiofrequency energy: Report of a workshop. *International Journal of Hyperthermia*, 27(4), 307–319. <https://doi.org/10.3109/02656736.2010.545965>

Furlan, R. M. M. M., Giovanardi, R. S., Britto, A. T. B. D. O. E., & Britto, D. B. D. O. E. (2015). The use of superficial heat for treatment of temporomandibular disorders: an integrative review. *CoDAS*, 27(2), 207–212. <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20152014148>

Geburek, F., Gaus, M., Van Schie, H. T. M., Rohn, K., & Stadler, P. M. (2016). Effect of intralesional platelet-rich plasma (PRP) treatment on clinical and ultrasonographic parameters in equine naturally occurring superficial digital flexor tendinopathies – a randomized prospective controlled clinical trial. *BMC Veterinary Research*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s12917-016-0826-1>

- Genovese, R. L., Rantanen, N. W., Hauser, M. L., & Simpson, B. S. (1986). Diagnostic Ultrasonography of Equine Limbs. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 2(1), 145–226. [https://doi.org/10.1016/s0749-0739\(17\)30738-1](https://doi.org/10.1016/s0749-0739(17)30738-1)
- Giombini, A., Giovannini, V., Cesare, A. D., Pacetti, P., Ichinoseki-Sekine, N., Shiraishi, M., Naito, H., & Maffulli, N. (2007). Hyperthermia induced by microwave diathermy in the management of muscle and tendon injuries. *British Medical Bulletin*, 83(1), 379–396. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldm020>
- Godwin, E. E., Young, N. J., Dudhia, J., Beamish, I. C., & Smith, R. K. W. (2011). Implantation of bone marrow-derived mesenchymal stem cells demonstrates improved outcome in horses with overstrain injury of the superficial digital flexor tendon. *Equine Veterinary Journal*, 44(1), 25–32. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2011.00363.x>
- Halper, J., Kim, B., Khan, A., Yoon, J., & Mueller, P. (2006). Degenerative suspensory ligament desmitis as a systemic disorder characterized by proteoglycan accumulation. *BMC Veterinary Research*, 2(12). <https://doi.org/10.1186/1746-6148-2-12>
- Kaneps, A. J. (Ed.). (2016). Therapies for equine soft tissue injuries Proceedings Am. AAEP Congress Orlando US (Vol. 62). <https://aaep.digitellinc.com/aaep/sessions/1014/view>
- Kidd, J. A., & Lu, K. G. (2014). *Atlas of equine ultrasonography* (1st ed.). Wiley.
- Kubo, K., Ikebukuro, T., Tsunoda, N., & Kanehisa, H. (2008). Noninvasive measures of blood volume and oxygen saturation of human Achilles tendon by red laser lights. *Acta Physiologica*, 193(3), 257–264. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.2008.01841.x>
- Kubo, K., & Ikekubo, T. (2012). Blood Circulation of Patellar and Achilles Tendons during Contractions and Heating. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(11), 2111–2117. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31825fa82e>
- Kumaran, B. R. (2017, February). *Physiological and clinical effects of radiofrequency-based therapy* thesis. University of Hertfordshire. <https://uhra.herts.ac.uk/bitstream/handle/2299/19813/10289949%20Radha%20Kumaran%20Binoy%20final%20version%20of%20submission.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Kumaran, B., & Watson, T. (2015). Thermal build-up, decay and retention responses to local therapeutic application of 448 kHz capacitive resistive monopolar radiofrequency: A prospective randomized crossover study in healthy adults. *International Journal of Hyperthermia*, 31(8), 883–895. <https://doi.org/10.3109/02656736.2015.1092172>
- Laurence, J. A., French, P. W., LINDNER, R. A., & McKenzie, D. R. (2000). Biological Effects of Electromagnetic Fields—Mechanisms for the Effects of Pulsed Microwave Radiation on Protein Conformation. *Journal of Theoretical Biology*, 206(2), 291–298. <https://doi.org/10.1006/jtbi.2000.2123>
- Macnab, I. (1973). Persistent rotator cuff tendinitis. *Annals of the Royal College of Surgeons of England*, 53, 271–287. [https://doi.org/10.1016/0020-1383\(84\)90192-x](https://doi.org/10.1016/0020-1383(84)90192-x)
- Malanga, G. A., Yan, N., & Stark, J. (2014). Mechanisms and efficacy of heat and cold therapies for musculoskeletal injury. *Post-graduate Medicine*, 127(1), 57–65. <https://doi.org/10.1080/00325481.2015.992719>
- Martínez Martínez, M. L. (2010). Estudio ecográfico (ecogenicidad y área) de los tendones flexores de la extremidad anterior del caballo pura raza español. *Research Gate*. Published. https://www.researchgate.net/publication/46480394_Estudio_ecografico_ecogenicidad_y_area_de_los_tendones_flexores_de_la_extremidad_anterior_del_caballo_Pura_Raza_Espanol

- Masiero, S., Pignataro, A., Piran, G., Duso, M., Mimche, P., Ermani, M., & Del Felice, A. (2019). Short-wave diathermy in the clinical management of musculoskeletal disorders: a pilot observational study. *International Journal of Biometeorology*, 64(6), 981–988. <https://doi.org/10.1007/s00484-019-01806-x>
- McGowan, C., & Goff, L. (2016). *Animal physiotherapy. Assessment, treatment and rehabilitation for animals* (2nd ed.). Wiley.
- McLellan, J. (2021, February). Diagnosis of Tendinopathy in the Equine Athlete. In Z. Vrbanac (Ed.), 2nd ECVSMR Scientific Meeting. Tendinopathies in horses, dogs and humans: lessons learnt when crossing species boundaries (pp. 15–20). <https://www.ecvsmr.org/scientific-meeting-2021/>
- Muñoz, A., (2018). Indiba en el tratamiento de lesiones tendinosas en el caballo. *Indiba Animal Health*. <https://www.indiba.com/es/tecnologia/literatura-cientifica/>
- Murray, R. C., Dyson, S. J., Tranquille, C., & Adams, V. (2006). Association of type of sport and performance level with anatomical site of orthopedic injury diagnosis. *Equine Veterinary Journal*, 38(S36), 411–416. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2006.tb05578.x>
- Notarnicola, A., Maccagnano, G., Gallone, M. F., Covelli, I., Tafuri, S., & Moretti, B. (2017). Short term efficacy of capacitive-resistive diathermy therapy in patients with low back pain: a prospective randomized controlled trial. *Journal of Biological Regulators and Homeostatic Agents*, 31, 509–515. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28685560/>
- Osti, R., Pari, C., Salvatori, G., & Massari, L. (2014). Tri-length laser therapy associated to Tecar therapy in the treatment of low-back pain in adults: a preliminary report of a prospective case series. *Lasers in Medical Science*, 30(1), 407–412. <https://doi.org/10.1007/s10103-014-1684-3>
- Palmer, S. E., Genovese, R., Longo, K. L., Goodman, N., & Dyson, S. (1994). Practical Management of Superficial Digital Flexor Tendinitis in the Performance Horse. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 10(2), 425–481. [https://doi.org/10.1016/s0749-0739\(17\)30363-2](https://doi.org/10.1016/s0749-0739(17)30363-2)
- Paolucci, T., Pezzi, L., Centra, M., Porreca, A., Barbato, C., Bellomo, R., & Saggini, R. (2019). Effects of capacitive and resistive electric transfer therapy in patients with painful shoulder impingement syndrome: a comparative study. *Journal of International Medical Research*, 48(2), 030006051988309. <https://doi.org/10.1177/0300060519883090>
- Payne, R. C., Watson, J., & Hutchinson, J. (2004). Functional specialization of the thoracic and pelvic limb in horses. *Integrative and Comparative Biology*, 44(6), 736.
- R Alzola 1, C Easter 2, C M Riggs 3, D S Gardner 4, S L Freeman 4, R. (2018). Ultrasonographic-Based Predictive Factors Influencing Successful Return to Racing After Superficial Digital Flexor Tendon Injuries In Flat Racehorses: A Retrospective Cohort Study In 469 Thoroughbred Racehorses in Hong Kong. *Equine Veterinary Journal*, 50(5), 602–608. https://doi.org/10.1111/evj.34_12732
- Raffaetà, G., Menconi, A., & Togo, R. (2007). Studio sperimentale: applicazione terapeutica della tecarterapia nelle sindromi algiche cervicali. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 43(1–3), 1–4. http://www.cmconsulenze.it/pdf/tecar_evidenze_cliniche/tecar_sindromi_algiche_cervicali.pdf
- Rao, V. S., Titushkin, I. A., Moros, E. G., Pickard, W. F., Thatte, H. S., & Cho, M. R. (2008). Nonthermal Effects of Radiofrequency-Field Exposure on Calcium Dynamics in Stem Cell-Derived Neuronal Cells: Elucidation of Calcium Pathways. *Radiation Research*, 169(3), 319–329. <https://doi.org/10.1667/rr1118.1>
- Romano, L., Danilo Zanf, D., & Tassan, S. (2009). Diathermia by capacitive and resistive energy transfer in the treatment of tendinous and ligamentous injuries of sport horses: personal experiences.

- Ippologia -Cremona, 20(3). <https://www.indiba.com/es/tecnologia/literatura-cientifica/?brand%5B%5D=animal-health&language=spanish#asset-finder>
- Schamhardt, H. (1998). The Mechanics of Quadrupedal Locomotion. How Is the Body Propelled by Muscles? *European Journal of Morphology*, 36(4), 270–271. <https://doi.org/10.1076/ejom.36.4.272.5817>
- Schramme, M., Campbell, N., Blikslager, A., Smith, R., & Hunter, S. (2010). A surgical tendonitis model in horses: Technique, clinical, ultra-sonographic and histological characterization. *Veterinary and Comparative Orthopedics and Traumatology*, 23(04), 231–239. <https://doi.org/10.3415/vcot-09-10-0106>
- Schultz, D. V. M., & Linda B. Schultz, D. V. M. (2004). *Howell Equine Handbook of Tendon and Ligament Injuries*. Wiley.
- Smith, R. K. W. (2008). Mesenchymal stem cell therapy for equine tendinopathy. *Disability and Rehabilitation*, 30(20–22), 1752–1758. <https://doi.org/10.1080/09638280701788241>
- Smith, R. K. W. (2021, February). Pathogenesis of tendinopathy in horses. In Z. Vrbanac (Ed.), 2nd ECVSMR Scientific Meeting. Tendinopathies in horses, dogs and humans: lessons learnt when crossing species boundaries (pp. 11–14). <https://www.ecvsmr.org/scientific-meeting-2021/>
- Stashak, T. S. (2002). Examination for lameness. In Adam and Stashak's *Lameness in Horses* (5th ed., pp. 113–183). Lippincott Williams & Wilkins.
- Tashiro, Y., Hasegawa, S., Yokota, Y., Nishiguchi, S., Fukutani, N., Shirooka, H., Tasaka, S., Matsushita, T., Matsubara, K., Nakayama, Y., Sonoda, T., Tsuboyama, T., & Aoyama, T. (2017). Effect of Capacitive and Resistive electric transfer on hemoglobin saturation and tissue temperature. *International Journal of Hyperthermia*, 33(6), 696–702. <https://doi.org/10.1080/02656736.2017.1289252>
- Tsuzaki, M., Guyton, G., Garrett, W., Archambault, J. M., Herzog, W., Almekinders, L., Bynum, D., Yang, X., & Banes, A. J. (2003). IL-1 β induces COX2, MMP-1, -3 and -13, ADAMTS-4, IL-1 β and IL-6 in human tendon cells. *Journal of Orthopedic Research*, 21(2), 256–264. [https://doi.org/10.1016/s0736-0266\(02\)00141-9](https://doi.org/10.1016/s0736-0266(02)00141-9)
- Waselau, M., Sutter, W. W., Genovese, R. L., & Bertone, A. L. (2008). Intralesional injection of platelet-rich plasma followed by controlled exercise for treatment of midbody suspensory ligament desmitis in Standardbred racehorses. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 232(10), 1515–1520. <https://doi.org/10.2460/javma.232.10.1515>
- Watkins, J. P., Auer, J. A., & Gay, S. (1985). Healing of surgically created defects in the equine superficial digital flexor tendon: collagen-type transformation and tissue morphologic reorganization. *American Journal of Veterinary Research*, 46(10), 2091–2096. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4062012/>
- Webbon, P. M. (1977). A Post Mortem Study of Equine Digital Flexor Tendons. *Equine Veterinary Journal*, 9(2), 61–67. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1977.tb03981.x>
- Werpy, N., Denoix, J., McIlwraith, C., & Frisbie, D. (2013). Comparison between standard ultrasonography, angle contrast ultrasonography, and magnetic resonance imaging characteristics of the equine proximal suspensory ligament. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 54(5), 536–547. <https://doi.org/10.1111/vru.12051>
- Williams, R. B., Harkins, L. S., Hammond, C. J., & Wood, J. L. N. (2010). Racehorse injuries, clinical problems and fatalities recorded on British racecourses from flat racing and National Hunt racing during 1996, 1997 and 1998. *Equine Veterinary Journal*, 33(5), 478–486.

<https://doi.org/10.2746/042516401776254808>

Wilson, A. M., Watson, J. C., & Lichtwark, G. A. (2003). A catapult action for rapid limb protraction. *Nature*, 421(6918), 35–36. <https://doi.org/10.1038/421035a>

Wilson, J. M., McKenzie, E., & Duesterdieck-Zellmer, K. (2018). International Survey Regarding the Use of Rehabilitation Modalities in Horses. *Frontiers in Veterinary Science*, 5. <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00120>

Yokota, Y., Tashiro, Y., Suzuki, Y., Tasaka, S., Matsushita, T., Matsubara, K., Kawagoe, M., Sonoda, T., Nakayama, Y., Hasegawa, S., & Aoyama, T. (2017). Effect of Capacitive and Resistive Electric Transfer on Tissue Temperature, Muscle Flexibility, and Blood Circulation. *Journal of Novel Physiotherapies*, 07(01). <https://doi.org/10.4172/2165-7025.1000325>

Agradecimientos

Agradezco fundamentalmente a mis padres por su amor y apoyo incondicional para perseguir mis sueños. A mis hermanas, por siempre creer en mí. A mis amigas y amigos por recordarme siempre quien soy y ayudarme a crecer.

Gracias a mis profesores y tutores de este Master por su dedicación, paciencia y guía ilimitada. A la Universidad de Córdoba por ofrecernos, a quienes somos extranjeros, la oportunidad de acceder a tan valioso aprendizaje.

A la vida y a mi misma por brindarme esta gran experiencia en Córdoba, España.



MDE

Máster en Medicina Deportiva Equina



DOCUMENTO 7. INFORME DEL DIRECTOR PARA LA DEFENSA DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

El Tutor/Director del TFM deberá dar su visto bueno para que el trabajo pueda ser defendido. Si el trabajo ha sido cotutelado por un segundo director este informe deberá presentarse por duplicado.

D. David Argüelles Capilla, profesor de Cirugía y Medicina Animal del Departamento de Cirugía y Medicina Animal de la Universidad de Córdoba, y (director o codirector) del trabajo presentado por D. Carina Alejandra Panero, bajo el Título "Transferencia eléctrica capacitiva resistiva en rehabilitación de tendinitis y desmitis de las regiones metacarpiana y metatarsiana del equino atleta: Reporte de casos".

INFORMA

Que el trabajo presentado Sí No Reúne los requisitos para su lectura y defensa, estando adaptado en contenido, profundidad y duración a la asignación de créditos ECTS del Plan de Estudios del Título de Máster Universitario en Medicina Deportiva Equina por la Universidad de Córdoba.

En Córdoba a 15 de Julio de 2021

Fdo:



MDE

Master en Medicina Deportiva Equina



DOCUMENTO 7. INFORME DEL DIRECTOR PARA LA DEFENSA DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

El Tutor/Director del TFM deberá dar su visto bueno para que el trabajo pueda ser defendido. Si el trabajo ha sido cotutelado por un segundo director este informe deberá presentarse por duplicado.

D. José Luis López Rivero, profesor del Departamento de Anatomía y anatomía Patológica Comparadas y Toxicología, y codirector del trabajo presentado por D.ª Carina Alejandra Panero, bajo el Título "Transferencia eléctrica capacitiva resistiva en rehabilitación de tendinitis y desmitis de las regiones metacarpiana y metatarsiana del equino atleta: Reporte de casos".

INFORMA

Que el trabajo presentado Si No reúne los requisitos para su lectura y defensa, estando adaptado en contenido, profundidad y duración a la asignación de créditos ECTS del Plan de Estudios del Título de Máster Universitario en Medicina Deportiva Equina por la Universidad de Córdoba.

En Córdoba a 1 de Julio de 2021

LOPEZ RIVERO
JOSE LUIS -
75394882P

Firmado digitalmente
por LOPEZ RIVERO
JOSE LUIS -
75394882P
Fecha: 2021.07.01
11:00:14 +02'00'

Fdo: José Luis López Rivero