



1859



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria

Efecto de la termoterapia, dimetilsulfóxido y firocoxib en lesiones crónicas del tendón flexor digital profundo y ligamento interóseo en caballos

Trabajo de Integración Curricular
previo a la obtención del título de Médico
Veterinario.

AUTOR:

David Fabricio Martínez Matamoros.

DIRECTOR:

DVM. Elena Carolina Serrano Recalde., Mg. Sc. PhD.

Loja – Ecuador

2023

Certificación

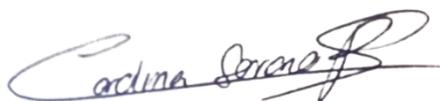
Loja, 30 de octubre del 2023

DVM. Elena Carolina Serrano Recalde MSc, PhD

DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

C E R T I F I C O:

Que he revisado y orientado todo proceso de la elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **“Efecto de la termoterapia, dimetilsulfóxido y firocoxib en lesiones crónicas del tendón flexor digital profundo y ligamento interóseo en caballos”** de autoría de la estudiante **David Fabricio Martínez Matamoros**, con cédula de identidad Nro. **1105201410**, previa a la obtención del título de **MÉDICO VETERINARIO**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, apruebo y autorizo la presentación para la respectiva sustentación y defensa.



DVM. Elena Carolina Serrano Recalde MSc, PhD

DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Autoría

Yo, **David Fabricio Martínez Matamoros**, declaro ser autor del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:



Cédula de identidad: 1105201410

Fecha: 08/11/2023

Correo electrónico: david.martinez@unl.edu.ec

Teléfono: 0959443964

Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, de Trabajo de Integración Curricular

Yo, **David Fabricio Martínez Matamoros**, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Efecto de la termoterapia, dimetilsulfóxido y firocoxib en lesiones crónicas del tendón flexor digital profundo y ligamento interóseo en caballos**, como requisito para optar por el título de **Médico Veterinario**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización suscribo, en la ciudad de Loja, a los nueve días del mes de noviembre de dos mil veintitrés

Firma:



Autor: David Fabricio Martínez Matamoros

Cédula: 1105201410

Dirección: Loja, Jaime Hurtado y Tiradentes

Correo electrónico: david.martinez@unl.edu.ec

Teléfono: 0959443964

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Directora del Trabajo de Integración Curricular: DVM. Elena Carolina Serrano Recalde
MSc, PhD

Dedicatoria.

Dedico mi Trabajo de Integración Curricular a Dios por ser mi guía y darme su apoyo y fuerzas para poder seguir adelante en toda mi vida universitaria a pesar de todas las adversidades.

A mis apreciados padres Julio Martínez y Yolis Matamoros, gracias por sus valores y enseñanzas he logrado salir adelante con mis estudios siempre velando por mi bienestar y su gran apoyo en los momentos más difíciles de mi vida. Especialmente esto es por ti madre de quien siempre recibí su apoyo la que nunca me frenó y me dio ánimos para seguir.

A mis queridos Abuelitos por siempre darme sus buenos consejos y guiarme por el camino del bien.

A mi apreciado hermano Pablo por su apoyo incondicional, sus consejos y por siempre darme ánimos en los momentos más difíciles de mi vida y ayudarme a poder cumplir mis sueños.

A mi querida hermana Liliana por ser uno de los principales cimientos para mi vida profesional por ser la base de superación y admiración que día a día valoro por su gran corazón y nobleza que tienes hacia mí y mis hermanos.

A mi apreciado hermano Julio por siempre cuidarme, brindarme sus consejos y apoyarme en lo que necesitaba, por sacarme sonrisas hasta en los momentos más tristes.

A mis sobrinos Anthony, Joaquín, Paula y José que con su llegada han robado muchos momentos de sonrisas y felicidad.

David Fabricio Martínez Matamoros

Agradecimiento

Agradezco a Dios, por ayudarme a terminar uno de mis sueños más anhelados.

Agradezco a mis padres Julio y Yolis, por haberme brindado su apoyo, enseñanzas, por alentarme a terminar esta etapa importante de mi vida como es la universidad.

Agradezco a mi directora de Trabajo de Integración Curricular, Dra. Carolina Serrano Recalde, docente de la carrera de Medicina Veterinaria, quien con sus acertados conocimientos, permitió desarrollar y ser la protagonista esencial en este proyecto de investigación y gracias por ser una gran amiga y por sus enseñanzas que a futuro me permitirán desarrollarme de la mejor manera en el mundo laboral.

Agradezco al Cabo I Ángel Anguizaca, por haberme enseñado la disciplina, pasión y entrega por los caballos, por convertirse en un gran amigo y ayudarme a progresar. Le deseo éxitos en su vida profesional.

Agradezco al Grupo de Caballería Mecanizada N°18 “Cazadores de los Ríos”, por haberme abierto sus puertas para realizar mi trabajo de campo, donde logré terminar parte importante de mi carrera y a todas aquellas personas que conforman dicho establecimiento con las que solo puede expresar mi agradecimiento y el mayor de los éxitos.

Finalmente, agradezco a mis amigos Marlon y Bryan por alentarme durante toda mi vida universitaria. Dios ilumine de éxitos sus vidas. Gracias

David Fabricio Martínez Matamoros

Índice de Contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de Contenidos	vii
Índice de Tablas	x
Índice de Figuras	xi
Índice de Anexos	xii
1. Título	1
2. Resumen	2
Abstract	3
3. Introducción	4
4. Marco Teórico	6
4.1 Aparato locomotor en los equinos	6
4.1.1 Huesos de las extremidades del equino	6
4.1.2 Músculos de la extremidad del equino	7
4.1.3 Tendones y ligamentos del metacarpo en equinos	7
4.2 Fisiología del Tendón flexor digital profundo y ligamento interóseo	8
4.2.1 Histología del tendón TFDP	9
4.2.2 Histología del ligamento interóseo	9
4.3 Lesiones del Tendón flexor digital profundo y ligamento interóseo	10
4.3.1 Tendinitis	10
4.3.1.1 Tendinopatía aguda	10
4.3.1.2 Tendinopatía crónica	11
4.3.2 Desmitis	11
4.3.2.1 Desmitis aguda	11
4.3.2.2 Desmitis crónica	11
4.4 Diagnóstico	11
4.4.1 Examen de claudicación en equinos	12
4.4.1.1 Palpación de sensibilidad tendinia y ligamentaria	12
4.4.1.2 Palpación en flexión articular	13

4.4.1.3 Palpación en extensión articular.	13
4.4.2 Principios físicos de los ultrasonidos.	14
4.4.2.1 Definición de la onda de ultrasonidos.....	14
4.4.2.1 Intensidad del ultrasonido.....	15
4.4.2.2 Resolución.....	15
4.4.2.3 Ganancia.....	15
4.4.2.4 Equipos de ultrasonidos.....	15
4.4.2.5 Tipos de modo de imagen.....	16
4.4.3 Ecogenicidad de los tendones y ligamentos.....	17
4.4.4 Evaluación ecográfica del TFDP y ligamento interóseo de la región metacarpiana de la especie equina.....	18
4.4.4.1 Técnica ecográfica.....	18
4.4.4.2 Puntos ecográficos de la región metacarpiana del equino.....	19
4.4.4.2.1 Punto A1.....	19
4.4.4.2.2 Punto A2.....	19
4.4.4.2.3 Punto B1.....	19
4.4.4.2.4 Punto B2.....	20
4.4.4.2.5 Punto A3.....	20
4.5 Tratamientos de tendinitis y desmitis.	20
5. Material y Métodos	22
5.1 Área de estudio.....	22
5.2 Procedimiento.....	22
5.2.1 Enfoque metodológico.....	22
5.2.2 Diseño de la investigación.....	22
5.2.3 Tamaño de la muestra y tipo de muestreo.....	23
5.2.4 Técnicas.....	23
5.2.4.1 Examen ecográfico.....	23
5.2.4.2 Examen de claudicación.....	23
5.2.5 Procesamiento y análisis de la información.....	23
6. Resultados.....	25
6.1 Examen de Claudicación.....	25
6.2 Examen de Sensibilidad.....	25
6.3 Examen Ecográfico.....	25
6.3.1 Tendón Flexor Digital Profundo (Corte Longitudinal).....	25
6.3.2 Tendón Flexor Digital Profundo (Corte Transversal).....	27
6.3.3 Ligamento Interóseo (Corte Longitudinal).....	27

6.3.4 Ligamento Interóseo (Corte Transversal).....	28
7. Discusión.	32
8. Conclusión	36
9. Recomendaciones	37
10. Bibliografía	38
11. Anexos	45

Índice de Tablas

Tabla 1. Número de píxeles histograma longitudinal TFDP antes y después del tratamiento.	25
Tabla 2. Número de píxeles de histograma longitudinal en las regiones del metacarpo	26
Tabla 3. Número de píxeles de histograma longitudinal del TFDP, modalidades de deporte.	27
Tabla 4. Número de píxeles histograma longitudinal de L.I antes y después del tratamiento.	27
Tabla 5. Número de píxeles de histograma longitudinal en las regiones del metacarpo.....	28
Tabla 6. Número de píxeles histograma transversal del L.I antes y después del tratamiento	29
Tabla 7. Número de píxeles de histograma transversal del L.I en modalidades de deporte. .	29
Tabla 8. Número de píxeles de histograma transversal del L.I con la edad de caballos.	30
Tabla 9. Correlación entre claudicación, sensibilidad, y píxeles del TFDP y L.I.	31

Índice de Figuras

Figura 1. Huesos del miembro torácico equino	6
Figura 2. Tendones y ligamento de la extremidad anterior del equino.	8
Figura 3. Composición histológica del tendón.....	9
Figura 4. Clasificación de las claudicaciones según la AAEP.....	12
Figura 5. Áreas de inspección de tendones y ligamento	13
Figura 6. Palpación en flexión articular	13
Figura 7. Palpación en extensión articular.	14
Figura 8. Ubicación caballería N° 7 “Cazadores de los Ríos”.....	22

Índice de Anexos

Anexo 1. Examen de sensibilidad	45
Anexo 2. Examen de sensibilidad en estación	45
Anexo 3. Examen de sensibilidad en flexión	45
Anexo 4. Examen de sensibilidad en extensión	45
Anexo 5. Examen de sensibilidad en las regiones del metacarpo	45
Anexo 6. Evaluación ecográfica del tendón y ligamento	45
Anexo 7. Ultrasonografía de corte longitudinal del TFDP y L.I	46
Anexo 8. Ultrasonografía de corte transversal del TFDP y L.I	46
Anexo 9. Aplicación del tratamiento de DMSO y administración de Firocoxib (Previcox®)	46
Anexo 10. Aplicación del tratamiento de termoterapia	46
Anexo 11. Ficha de claudicación	46
Anexo 12. Certificado de traducción de resumen del Trabajo de Integración Curricular	47

1. Título

Efecto de la termoterapia, dimetilsulfóxido y firocoxib en lesiones crónicas del tendón flexor digital profundo y ligamento interóseo en caballos

2. Resumen

Los tendones y ligamentos de caballos se lesionan por sobreesfuerzo de la resistencia biomecánica, degeneración o traumatismo. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la termoterapia, firocoxib y dimetilsulfóxido sobre el tendón flexor digital profundo (TFDP) y Ligamento Interóseo (LI), mediante examen de claudicación y examen ecográfico. Se utilizaron caballos mestizos (n=20) de polo y salto, entre 8 a 24 años de edad con historial de lesiones crónicas tendinosas y ligamentosas. Las imágenes ecográficas (Mindray DP-50 Vet®) (corte longitudinal y transversal) se midieron los píxeles de la escala de grises. Tres tratamientos fueron aplicados durante 10 días. La termoterapia (n=6) se aplicó calor (40°C a 45°C)/20 minutos, y frío mediante bolsas de gel (0°C)/5 minutos en la región posterior del metacarpo, cada 12 horas. Firocoxib (n=7) se administró 0,1mg/kg/24h (vo). DMSO (n= 7), se aplicó tópicamente 50 g/12h, en el TFDP y LI. Al finalizar el tratamiento, en el corte longitudinal del TFDP, caballos tratados con termoterapia presentaron un incremento del número de píxeles y presentaron mayor número de píxeles con respecto al DMSO. Por otro lado, en el corte transversal del Ligamento Interóseo, caballos tratados con firocoxib tuvieron un aumento del número de píxeles, asimismo, en comparación con el tratamiento de DMSO. Factores como la región anatómica estudiada, el trabajo realizado por el equino y la edad influyeron en el número de píxeles de ambos cortes ecográficos del TFDP y LI. Antes de aplicar los tratamientos, 25% de los caballos claudicaron y tuvieron sensibilidad, posterior al tratamiento disminuyó al 10%. En la correlación se observó que conforme reduce el valor máximo de píxeles del TFDP y aumenta la media y mínimo de píxeles del LI, disminuye la claudicación y sensibilidad, por lo tanto en estas alteraciones fue posible encontrar una mejoría.

Palabras clave: píxeles, TFDP, LI, caballos, tratamientos, claudicación, sensibilidad

Abstract

Horse tendons and ligaments are injured by overstrain of biomechanical resistance, degeneration or trauma. The objective of this study was to evaluate the effect of thermotherapy, firocoxib and dimethyl sulfoxide on the deep digital flexor tendon (DDFT) and Interosseous Ligament (IL), through lameness evaluation and ultrasound examination. Crossbred polo and show jumping horses (n=20) were used, between 8 and 24 years of age with a history of chronic tendon and ligament injuries. Three treatments were applied for 10 days. Thermotherapy (n=6) applied heat (40°C to 45°C)/20 minutes, and cold using gel bags (0°C)/5 minutes over the posterior region of the metacarpus, every 12 hours. Firocoxib (n=7) was administered 0.1mg/kg/24h (po). DMSO (n= 7), 50 g/12h, was applied topically to the TFDP and LI. The grayscale pixels were measured on the ultrasound images (Mindray DP-50 Vet®) (longitudinal and transverse section) by histogram. At the end of the treatment, in the longitudinal section of the DDFT, horses treated with thermotherapy showed an increase in the number of pixels and had a greater number of pixels compared to DMSO. On the other hand, in the cross-section of the Interosseous Ligament, horses treated with firocoxib had an increase in the number of pixels, also, compared to the DMSO treatment. Factors such as the anatomical region studied, the work performed by the horse and age influenced the number of pixels in both ultrasound sections of the DDFT and LI. Before applying the treatments, 25% of the horses were lame and had sensitivity, after treatment, it decreased to 10%. In the correlation, it was observed that as the maximum value of DDFT pixels is reduced and the average and minimum pixels of the LI increase, claudication and sensitivity decrease, therefore in these alterations it was possible to find an improvement

Keywords: pixels, DDFT, IL, ultrasonography, lameness, tendinitis, desmitis

3. Introducción

El aparato musculoesquelético está constituido por huesos, articulaciones, tendones, ligamentos y músculos, debidamente estructurados para el funcionamiento y dinámica del caballo (Martínez, 2018). Desde la antigüedad han sido utilizados para transportar objetos y realizar diversos deportes ecuestres, mismo que los ha conllevado a sufrir diversas patologías de tipo crónica y naturaleza degenerativa afectando a las estructuras que conforman la extremidad del caballo.

Diversos son los factores que intervienen en la aparición de este tipo de lesiones como son: inadecuado herraje, nutrición, entrenamiento y condiciones ambientales, causando daño en las estructuras como el Tendón flexor digital profundo (TFSP) y Ligamento Interóseo (LI) (Londoño, 2021). Según Carmona & López (2011). Menciona que las lesiones tendinosas en caballos de carrera generan elevadas pérdidas económicas y representan cerca del 82% de los inconvenientes de baja en el rendimiento atlético, representadas como claudicación en un 46% y como afecciones tendinosas en un 53%. Cabe destacar que la recuperación de estas estructuras son lentas y no poseen las mismas propiedades de elasticidad y fuerza del tejido original.

Gracias a los avances en la medicina existe la implementación de nuevos tratamientos, uno de ellos es el Dimetilsulfóxido (DMSO) aplicado tópicamente para el tratamiento de lesiones musculoesqueléticas, reduciendo la inflamación y edema y aumentando la analgesia (Soma, L. R. & Robinson, 2017). Por otra parte, el firocoxib es un AINE inhibidor selectivo de la COX-2 desarrollado para su uso en tendinitis y desmitis equina, estudios preclínicos en caballos, han revelado que el firocoxib es efectivo para disminuir la claudicación, controlar el dolor y la inflamación asociados con la osteoartritis y tendinopatías (Rodríguez, 2018).

La aplicación de calor está indicada para el control de la reacción inflamatoria y el dolor en su fase subaguda y crónica, acelerando la cicatrización de los tejidos, reduciendo el edema, la equimosis y mejorando el rango de desplazamiento de la extremidad (Araújo, 2017). Por otro lado, la crioterapia interfiere con la percepción y transmisión del dolor, actuando de manera positiva en la conducción nerviosa, estimulando las neuronas, inhibiendo el dolor, disminuyendo la inflamación pudiendo llegar a minimizar la transmisión del dolor de los nervios subyacentes (Araújo, 2017)

Por lo tanto, los objetivos planteados en este estudio fueron: Evaluar el efecto de la termoterapia, firocoxib y dimetil sulfóxido sobre el Tendón flexor digital profundo y ligamento

interóseo de caballos de deporte ecuestre, mediante la valoración de píxeles de la imagen ecográfica y del examen claudicación.

4. Marco Teórico.

4.1 Aparato locomotor en los equinos.

El aparato locomotor del equino está formado anatómicamente por diferentes elementos y estructuras del sistema musculoesquelético: huesos, articulaciones, músculos, tendones y ligamentos los cuales interactúan durante la locomoción (Lombardero, 2011).

Estas estructuras están formadas principalmente por elementos de tejido óseo (huesos), tejido conjuntivo (cápsulas, tendones, ligamentos, fascia y aponeurosis) y cartílago (superficies articulares, inserciones tendinosas). Otras estructuras que interactúan en el aparato locomotor son los vasos sanguíneos, vasos linfáticos y nervios aferentes o sensoriales (neuromuscular y neurotendinoso) y eferente (placas neuromusculares) (Montalvo, 2011).

4.1.1 Huesos de las extremidades del equino.

El componente torácico del caballo consta de estructuras fundamentales que son: escápula, húmero, radio, cúbito, carpianos, metacarpianos, falanges proximales, distales y sesamoideos proximales (Sisson y Grossman, 1982).

La región metacarpiana equina consta de tres estructuras en la base del hueso, conocidos como segundo, tercero y cuarto metacarpianos. El tercer metacarpiano soporta la mayor carga entre los huesos del cuerpo, con una excelente plasticidad y capacidad de resistir la deformación y restaurar su forma, proporcionando fijación a una serie de falanges del dedo. (Moine, 2015).



Figura 1. Huesos del miembro torácico equino (Stashak, 2004)

4.1.2 Músculos de la extremidad del equino

El tejido muscular se organiza morfológica y funcionalmente como liso (involuntario no estriado), cardíaco (involuntario estriado) o esquelético (voluntario estriado) (Colles, 2009). El músculo flexor digital superficial se encuentra en la articulación flexora media entre el M. flexor carpo cubital y el M. flexor profundo del dedo. Se origina en el epicóndilo medial del húmero y la cresta de la cara caudal del radio, distal a su centro y cerca del borde medial. Su inserción distal está en el nivel proximal de la falange media y en el nivel distal de la falange básica, palmar a los ligamentos colaterales en los dos huesos. Su acción es doblar el dedo y la muñeca (Martínez, 2005)

El músculo flexor digital profundo se encuentra en el centro de la articulación flexora, entre los músculos flexor cubital del carpo y flexor profundo de los dedos. Se origina en el epicóndilo medial del húmero y en el vértice de la región caudal del radio, distal a la mitad y cerca del borde medial. Su inserción distal es en la suma proximal de la falange media y en la suma distal de la falange proximal, ligamento palmar a colateral en ambos huesos. Su acción es flexionar los dedos y el carpo. (Martínez, 2005)

4.1.3 Tendones y ligamentos del metacarpo en equinos

El tendón flexor digital superficial se encuentra justo debajo de la dermis, en la parte palmar, o plantar, de la caña. Su función principal es flexionar el menudillo. Este tendón se une al músculo flexor superficial, que comienza en el codo y se une a este tendón justo debajo de la rodilla, continúa a lo largo de la parte inferior de la pierna hasta que se une a los huesos de la cuartilla (primera y segunda falanges). Esta estructura no solo estimula la flexión de la articulación de la cuartilla cuando el músculo se contrae, sino que también mantiene la cuartilla en un ángulo común, una vez que el caballo aterriza sobre la extremidad (Wrigley, 2004).

El tendón flexor digital profundo, su origen es en el epicóndilo medial del húmero, la parte medial del olécranon, el centro de la parte posterior del radio y una pequeña zona adyacente del cúbito. El lugar de unión de este tendón es la fosa semilunar y la superficie adyacente del cartílago de la tercera falange. Su función es flexionar los nudillos y menudillos del caballo (Martínez, 2005)

El ligamento interóseo, está bajo gran tensión porque soportan el peso del caballo y ayudan a aliviar las articulaciones durante la actividad física. El ligamento suspensorio o extensión del músculo interóseo es un ligamento sesamoideo recto que se inserta en la región proximal de la segunda falange (Martínez, 2005).

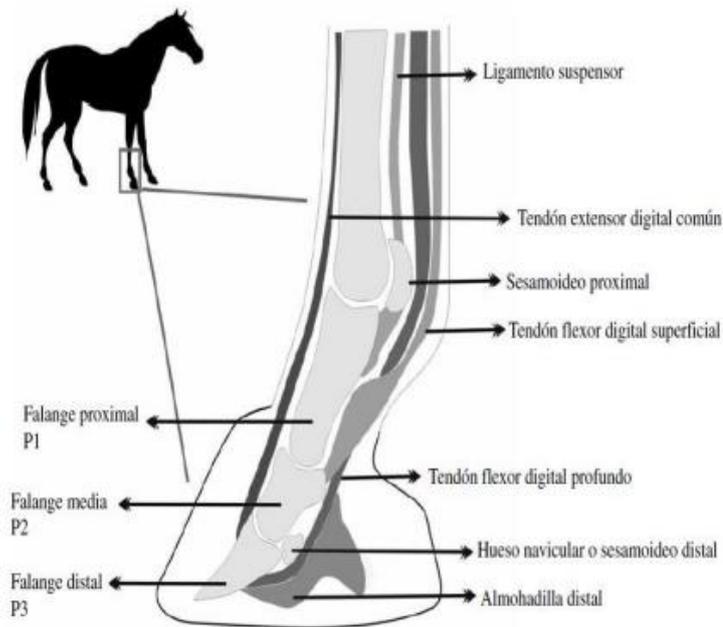


Figura 2. *Tendones y ligamento de la extremidad anterior del equino (Carmona y Lopez, 2011).*

4.2 Fisiología del Tendón flexor digital profundo y ligamento interóseo

Los tendones y ligamentos del caballo son estructuras que soportan grandes cargas y presiones al estar de pie y en actividad. El movimiento elástico tiene la función principal de apoyar al menudillo, evitando que el carpo se estire demasiado, absorbiendo la energía del impacto y soportando completamente el peso corporal durante el movimiento. Los tendones y ligamentos de los caballos jóvenes se adaptan a las diferentes cargas que se producen durante su desarrollo. Sin embargo, a medida que maduran en los huesos (alrededor de los 5 años), muchos de ellos son propensos a la acumulación de microlesiones debido al cansancio constante por practicar deportes. (Smith y col., 2004).

La resistencia elástica de los tendones es muy estrecha, por ello el TFDS se ve afectado principalmente en la región central. Este fenómeno está relacionado con un proceso degenerativo que reduce la calidad de la formación de hélices de colágeno y es muy común en caballos mayores. Varios estudios han demostrado que el cuerpo del ligamento suspensorio (LS) puede romperse cuando las cargas superan el 10-12%. En el organismo vivo, el aparato de soporte de las extremidades anteriores suele ser el más gravemente fracturado. Pueden localizarse en el eje LS o en la región del hueso sesamoideo proximal, especialmente en la cara lateral del cóndilo lateral del tercer metacarpiano (Wrigley, 2004).

4.2.1 Histología del tendón TFDP

Los tendones están compuestos de fibras elásticas de tejido conjuntivo, principalmente elastina y colágeno en una matriz similar a un gel. El colágeno constituye el 70% del peso total del tendón. Se ha demostrado que las células de tendones y ligamentos producen fibras de colágeno en etapas I, II y III, pero a medida que los animales crecen, producen principalmente colágeno tipo I (Pineda y col., 2005).

Además de la hidroxiprolina, que se encarga de aportar resistencia a los tendones. Al final de esta cadena se forma un puente de procolágeno, que es el encargado de dar forma al tendón (Baxter, 2011).

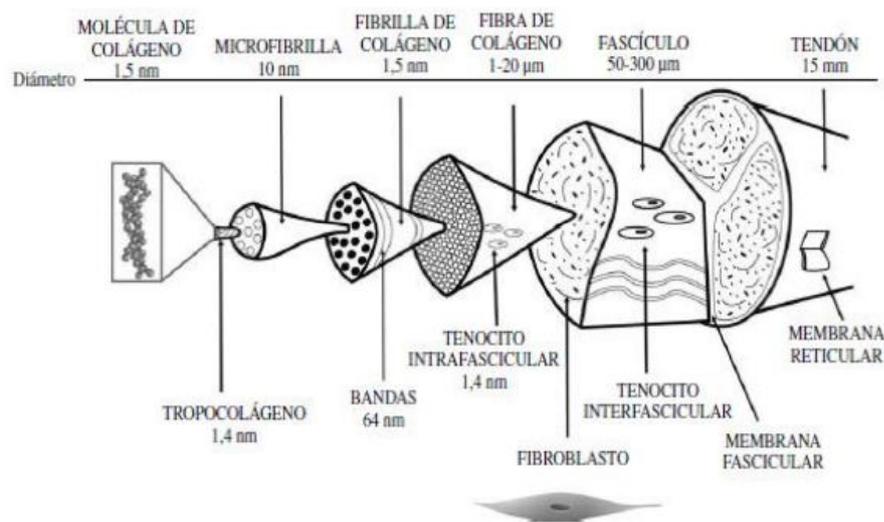


Figura 3. Composición histológica del tendón (Carmona y Lopez, 2011).

4.2.2 Histología del ligamento interóseo

El ligamento interóseo es una modificación evolutiva del tercer músculo interóseo con peculiaridades histológicas de un tendón pero sin un vientre muscular, se lo distingue como ligamento por su función principal de unir huesos, es un pliegue de tejido conjuntivo derivado de la capa embrionaria mesodérmica; uno de los principales componentes es colágeno tipo I elastina y una pequeña cantidad de los fibroblastos, especialmente las células encapsuladas, se incluyen y forman parte de la materia seca de la matriz extracelular (MEC). Sin embargo la sustancia de la matriz extracelular es amorfa el cual es un gel hidrófilo y viscoso que contiene entre proteínas estructurales, glicosaminoglicanos y proteoglicanos las que brindan apoyo y espacio a las fibras de colágeno (Suarez, 2015)

4.3 Lesiones del Tendón flexor digital profundo y ligamento interóseo

Los tendones pueden dañarse por exceso de trabajo o como resultado de un traumatismo percutáneo, penetrante o lacerante. Se cree que la lesión por distensión ocurre como resultado de dos circunstancias: primeramente la sobrecarga repentina que excede la resistencia biomecánica, o hay un período de degeneración estructural que precede a la lesión (Tyrnenopoulou y col., 2015).

El primer supuesto explica que todos los tendones y ligamentos tienen propiedades elásticas. Esto significa que sus propiedades mecánicas cambian con la carga. En las primeras etapas de tensión, la orientación de los fascículos hace que se estiren, en la segunda etapa, el estiramiento se basa en la resistencia a la tracción estructural del tendón o ligamento. Más allá de la resistencia a la tracción, la extensión continúa basada en la ruptura de los enlaces cruzados covalentes entre las fibrillas permiten el deslizamiento interfibrilar. (Suarez, 2015)

Las patologías más comunes de tendones y ligamentos son los procedimientos inflamatorios, tendinitis y desmitis. Cuando la zona afectada se encuentra en la vaina tendinosa, como es el caso de las zonas articulares de gran movilidad, se denomina tenosinovitis. Otras condiciones a considerar incluyen traumatismos y heridas punzantes, infecciones y sepsis, todas las cuales involucran procesos inflamatorios (Carmona y López, 2011).

4.3.1 Tendinitis

La etiología de la tendinitis equina es multifactorial y una enfermedad progresiva que implica la degeneración de la matriz extracelular del tendón. Los síntomas clínicos se producen cuando la tensión a la que se somete un tendón supera su límite elástico. La tendinitis tienen varios factores de riesgo, incluidas las características del calzado, el lugar de trabajo, velocidad del ejercicio donde los procesos inflamatorios son más fuertes conforme se incrementa la velocidad del animal, falta de coordinación locomotora entre el tendón-ligamento y el hueso durante el ejercicio y el peso del jinete (Dyson, 2002).

4.3.1.1 Tendinopatía aguda

En el tendón existe una respuesta celular inflamatoria. La evolución requiere menos de 2 semanas, lo que se considera la duración de la fase aguda, donde se desarrolla edema y células inflamatorias, seguido por exudado fibroso, que causa crepitación y restringe el paso dentro de la vaina del tendón. Cuando esta condición persiste durante mucho tiempo, los fibroblastos proliferan y desarrollan tejido conectivo inmaduro y una red de fibrina organizada. El deterioro

del metabolismo anaeróbico, la hiperplasia vascular y la degeneración de las fibras de colágeno del tendón ocurren en esta etapa, típica de la tendinitis (Carmona y Lopez, 2011).

4.3.1.2 Tendinopatía crónica

Es una lesión crónica degenerativa del tendón. Histopatológicamente, hay un aumento en el número de fibroblastos, colágeno fragmentado y desorganizado, hiperplasia vascular y, a menudo, la presencia de microcalcificaciones. Una característica importante es la ausencia de células inflamatorias. Esta condición no siempre es dolorosa (Sanchez, 2011)

4.3.2 Desmitis

Los ligamentos se ven afectados por un estiramiento excesivo del menudillo durante la carga máxima de peso que se produce durante la fase de apoyo. Generalmente, este daño es el desgarramiento o desgarro de fibras individuales o de haces de fibras, con grados de daño variables según el número de fibras desgarradas (Suarez, 2015).

4.3.2.1 Desmitis aguda

Consiste en una infiltración de células inflamatorias (neutrófilos seguidos de macrófagos), aumento del flujo sanguíneo y edema a medida que se forma exudado dentro de los ligamentos. Se liberan enzimas degradantes. Esta fase dura de 1 a 2 semanas dependiendo de la gravedad de la lesión y el tratamiento. Las lesiones agudas se caracterizan por calor, hinchazón y dolor a la palpación, y la cojera puede variar de leve a grave y puede ser transitoria o persistente (Suarez, 2015).

4.3.2.2 Desmitis crónica

Muestran engrosamiento persistente de los ligamentos y cojera intermitente o persistente. La fibrosis del ligamento femoral de la extremidad anterior es más común en los caballos de carrera. Por otro lado, la desmitis bilateral de los ligamentos suspensorios de las extremidades anteriores se puede observar en el 31 % de los caballos afectados. Esto se debe a que las lesiones de tendones o ligamentos dependen en gran medida de la carga funcional de estas estructuras (Suarez, 2015).

4.4 Diagnóstico.

Los tejidos blandos están diseñados para resistir fuerzas repetidas de intensidad variable sin alterar su estructura o función. La claudicación es la manifestación clínica más notoria de dolor en las extremidades cuando hay daño tisular, daño articular, ligamentoso, tendinoso o muscular. Para diagnosticar la cojera, la Asociación Estadounidense de Practicantes Equinos

(AAEP) ha establecido varias pautas para determinar el grado de cojera en los miembros afectados (Lombardero, 2011).

Grado	Descripción
0	Claudicación no perceptible bajo ninguna circunstancia
1	Claudicación difícil de observar; no varía bajo ninguna circunstancia (por ej., llevando peso, marcha en círculo, inclinación, superficie dura)
2	Claudicación difícil de observar al paso y al trote en línea recta; más aparente bajo algunas circunstancias (por ej., llevando peso, marcha en círculo, inclinación, superficie dura)
3	Claudicación bien evidente al trote bajo todas las circunstancias.
4	Claudicación obvia; marcada inclinación de la cabeza, tropiezos y/o acortamiento al paso.
5	Claudicación obvia; mínimo soporte del peso en movimiento o en reposo; incapacidad para moverse.

Figura 4. Clasificación de las claudicaciones según la AAEP. (Stashak, 2004).

Sin embargo la ecografía se ha logrado observar la morfología de tendones, músculos y ligamentos obteniendo el diagnóstico de lesiones, su extensión, y su evolución para así poder tratarla adecuadamente, esta técnica es una de la más importantes para la evaluación de las lesiones tendinosas en equinos. Aunque a existido la creciente disponibilidad de imágenes por resonancia magnética, los cuales nos permiten obtener una imagen tridimensional clara, pero son superados por la posibilidad del ecógrafo de un análisis de alineación longitudinal y por su bajo costo económico. Además los avances tecnológicos han mejorado significativamente la calidad de la imagen ecográfica. La alta resolución de los transductores transversal y longitudinal aumenta la probabilidad de observar lesiones y determinar el progreso de la lesión (Beth, 2004).

4.4.1 Examen de claudicación en equinos.

4.4.1.1 Palpación de sensibilidad tendinia y ligamentaria

Debe realizarse de distal a proximal, palpando cada estructura y buscando calor, dolor, hinchazón, edema u otros cambios en toda la extremidad. La integridad de los tendones flexores también debe verificarse minuciosamente ya que están estrechamente conectados. Para ello, se palpan sus vainas tendinosas en las porciones dorsal y distal (Martínez, 2005).

Se identifican cinco áreas de inspección para lograr una vista detallada y estandarizada. Por tanto, se divide en zonas laterales separadas 5 cm cada una de los carpianos y calcáneos accesorios de cada miembro. La zona superior se denomina 1A, 1B y 2A en la cual se aprecia

el TFDS, el TFDP, el LA y el LS. Por otra parte en la zona 2B y 3A se visualiza el TFDS, el TFDP, y las ramas del LS medial y lateral (Martínez, 2005).



Figura 5. Áreas de inspección de tendones y ligamento. (Autor)

4.4.1.2 Palpación en flexión articular

Para la palpación de estas estructuras es fundamental realizarla con la extremidad en apoyo. Luego, la cara dorsal de la extremidad se sujeta con una mano el menudillo flexionado y se logra rotar o separar el tendón del flexor digital superficial para alejarlo del tendón del flexor digital profundo, utilizando el pulgar y el índice. En una lesión, no se les puede separar por el cierto grado de adherencias entre ambas o por engrosamientos. Las lesiones en estas estructuras principalmente producirán tendinitis o desmitis (Stashak, 2004).

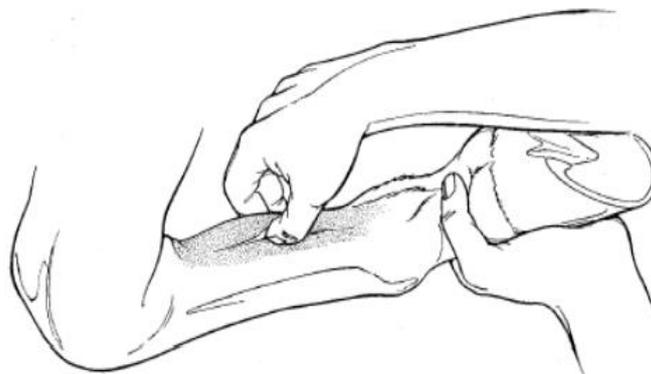


Figura 6. Palpación en flexión articular. (Stashak, 2004)

4.4.1.3 Palpación en extensión articular.

Se toma firmemente la extremidad por la porción proximal de la cuartilla y se realizará al casco movimientos pasivos de extensión. La extensión de la articulación metacarpofalángica,

produce que los tendones flexores digitales se extiendan, lo que da resultado en el almacenamiento y liberación de energía que proviene de la deformación elástica. También puede existir la probabilidad de daños, ya que se necesita el accionar de fuerzas relativamente mayores para estirar los tendones y ligamentos. El TFDP y LI experimentaran las deformaciones ya mencionadas y por ello son estructuras que se lesionan comúnmente (Audisio, 2013)



Figura 7. *Palpación en extensión articular.* (Equino, 2020)

4.4.2 Principios físicos de los ultrasonidos.

4.4.2.1 Definición de la onda de ultrasonidos

La tecnología de ultrasonido se basa en la emisión de ondas ultrasónicas que inciden en el tejido y se reflejan en forma de ecos. Una onda sonora se define como una onda de naturaleza mecánica que requiere un medio elástico y deformable para su propagación (Kremhau, 1980).

Las ondas sonoras se pueden comparar con las ondas longitudinales, que tienen longitud de onda, frecuencia, velocidad y amplitud. La longitud de onda es la distancia entre dos puntos idénticos en una onda. La frecuencia es el número de ciclos o longitudes de onda que ocurren en un segundo, y la velocidad es el producto de la frecuencia y la longitud de la onda. La frecuencia se especifica en ciclos o Hertz (Hz). Los sonidos audibles oscilan entre 20 y 20 000 Hz, las frecuencias superiores a 2 MHz se utilizan para ecografías de diagnóstico y la frecuencia recomendada para visualizar estructuras como tendones y ligamentos es de 7,5 MHz (Pennick, 2002).

La amplitud de onda representa el cambio máximo que puede ocurrir en la presión y la intensidad de la onda ultrasónica, con intensidades más altas que conducen a amplitudes mayores. La amplitud se refiere a la intensidad del eco. Si desea amplificar el eco, simplemente aumente la fuerza del dispositivo (Pennick, 2002).

4.4.2.1 Intensidad del ultrasonido

La intensidad del ultrasonido se define como la concentración de energía que alcanza una superficie de 1 cm² y se expresa en decibelios (dB). Esto probablemente se deba a que es más importante evaluar las diferencias de intensidad (valores relativos) que los valores absolutos. A medida que aumenta la intensidad de la onda, aumentan las vibraciones mecánicas y los desplazamientos de partículas, lo que da como resultado un aumento en el número y tamaño de los ecos que regresan al transductor. En otras palabras, la intensidad aumenta la amplitud de la onda de ultrasonido y, por lo tanto, también la amplitud del eco recibido (Rantanen, 1995).

4.4.2.2 Resolución

La resolución de transductor es la capacidad de distinguir entre las dos interfaces adyacentes. La resolución de las imágenes ultrasónicas depende de la longitud de onda, frecuencia y velocidad. La frecuencia y la profundidad de penetración están inversamente relacionadas, pero la frecuencia y la resolución están directamente relacionadas. Hay dos tipos de resoluciones: resolución horizontal o vertical. Una función que distingue dos interfaces con la misma profundidad y resolución axial, es decir, una función que distingue dos interfaces con una profundidad diferente. La resolución horizontal se determina verticalmente a la trayectoria del haz ultrasónico y la resolución axial se determina en la misma dirección. En general, cuando se usa alta frecuencia, la longitud de onda es más corta, por lo que la resolución horizontal es la más alta (Miles y cols, 1996).

4.4.2.3 Ganancia

Todas las máquinas de ultrasonido tienen dos controles que determinan la calidad de la imagen. El control (power) se refiere a la intensidad de la salida ultrasónica y está determinado por la amplitud del voltaje aplicado al cristal. Otro control deslizante es la ganancia, que se relaciona con la fuerza del eco. Teniendo en cuenta las dos relaciones, debe trabajar con la intensidad de salida y la ganancia lo más bajas posible. Debido a la atenuación, las interfaces con las mismas características pero colocadas a diferentes distancias producirán ecos de diferentes amplitudes (Herring y Bjornton, 1985).

4.4.2.4 Equipos de ultrasonidos

Un transductor es el componente de un dispositivo ultrasónico que produce y recibe ondas. Está hecho de cristales piezoeléctricos, siendo los cristales más utilizados hoy en día el cuarzo y el zirconato de plomo. Un transductor produce ultrasonido a una frecuencia específica.

Cuanto mayor sea la frecuencia, mayor será la atenuación, lo que dará como resultado una menor profundidad de alcance pero una mayor resolución. Por lo tanto, las frecuencias altas se utilizan cuando la resolución y el detalle son más importantes que la profundidad. Por ejemplo, se utiliza una frecuencia de 7,5 MHz para la ecografía de tendones de caballos donde la penetración es de unos 6 cm. Se utilizan frecuencias más bajas cuando la resolución es menos importante que la penetración, por lo que dependiendo del tamaño del animal se recomienda una frecuencia de 3,5 MHz para el examen de órganos internos abdominales y torácicos, consiguiendo un aumento de penetración de aproximadamente 19 cm (Pennick, 2002).

Los transductores más comunes son lineales, convexas, antifase y anular. En un convertidor lineal, los cristales están dispuestos en fila y tienen forma rectangular. Estos transductores están disponibles en varios tamaños y frecuencias. Los más pequeños se utilizan generalmente para animales pequeños. El tipo lineal evita la pérdida de visibilidad en el campo cercano al mostrar una imagen rectangular, mientras que la sección transversal limita la visualización de los bordes de las estructuras, pero se adapta perfectamente a la exposición longitudinal. Los transductores convexas son una variación de los transductores lineales llamados convexas lineales, en los que los cristales están dispuestos en fila, pero son curvos y tienen una superficie de contacto convexa, lo que facilita su colocación en la superficie del animal. Las imágenes que producen tienen forma de sector y el campo de visión es más amplio que sus contrapartes lineales. Estas sondas están disponibles en una variedad de tamaños y frecuencias en el mercado (Nyland y Matton, 2002)

Transductor anular, varios elementos dispuestos en forma anular permite mediciones precisas centrándose en los planos lateral y de elevación. Sin embargo, el inconveniente es que es más fácil de operar que otros transductores, ya que el haz debe dibujarse mecánicamente para producir imágenes en tiempo real (Nyland y Matton, 2002).

4.4.2.5 Tipos de modo de imagen

Hay tres modos básicos para mostrar la información recopilada por la máquina de ultrasonido: Modo A (modo de amplitud), Modo M (modo de tiempo de viaje) y Modo B (modo de brillo) (Pennick, 2002).

El modo A consta de picos verticales a lo largo del eje horizontal. La altura del pico corresponde a la amplitud del eco, y la profundidad está representada por la posición del pico en el horizonte (Pennick, 2002).

El modo B es el más utilizado, emite secuencialmente múltiples haces para proporcionar una imagen bidimensional de una sección anatómica de tejido. Hay dos tipos básicos de modo B: movimiento estático y movimiento en tiempo real. Actualmente, el más utilizado es el modo B en tiempo real, que estima el movimiento del órgano a medida que el transductor se mueve a lo largo del pelaje (Pennick, 2002).

Modo M, se obtiene una imagen en movimiento unidimensional y los ecos aparecen como puntos brillantes a lo largo de líneas verticales. La posición de los puntos a lo largo de la línea representa la profundidad de la estructura que creó el eco. Esta línea de puntos aparece continuamente en el tiempo en el monitor, desplazando la imagen hacia la derecha (Pennick, 2002).

4.4.3 Ecogenicidad de los tendones y ligamentos

Los tendones son estructuras altamente organizadas compuestas casi en su totalidad por fibras de colágeno tipo I incrustadas en una matriz acuosa de proteoglicanos. Las fibras corren casi paralelas a lo largo del tendón y se concentran en grupos primarios (fibras) y secundarios (fascículos), todos formando fascículos terciarios. Las fibras de colágeno se dividen en haces cerrados de fascículos que discurren en columnas longitudinales paralelas, alineando las células tendinosas. Los fascículos se ensamblan para formar las vainas de epitendón, endotendón y paratenón, respectivamente. Los tendones están encerrados en una vaina tendinosa, un área específica de alta tensión mecánica y la bursa también son áreas de alto estrés mecánico y, a menudo, son puntos blancos de lesión. Cada estructura tiene una densidad única basada en la composición celular, la orientación de las fibras y el suministro de sangre (Craychee, 1995).

Las estructuras densas producen más ecos en el transductor, por lo que aparecen más estructuras ecogénicas y, si las estructuras son menos densas, la imagen aparece anecoica (sin ecos). Tiene una organización más irregular, consta de haces de fibras de colágeno generalmente alineadas a lo largo del cuerpo, tiene un alto contenido de fibras de colágeno tipo III. El ligamento de suspensión, que tiene la cantidad más baja de glicosaminoglicanos, también conocido como músculo interóseo equino, y sus superficies proximal y medial contienen cantidades variables de tejido muscular estriado, tejido nervioso, tejido vascular y tejido adiposo. La cantidad variable de músculo implicado es relativamente hipoecoica debido al patrón menos uniforme de esta banda en comparación con las otras (Craychee, 1995).

4.4.4 Evaluación ecográfica del TFDP y ligamento interóseo de la región metacarpiana de la especie equina.

En los últimos años, el uso extendido de la ecografía en el sistema musculoesquelético del caballo lo ha convertido en uno de los métodos de diagnóstico más importantes para las lesiones de articulaciones y tendones en los caballos, ya que la ecografía se trata con precisión y suavidad.. Por el contrario, otras técnicas como la palpación física, la radiografía con contraste, la tomografía y la artroscopia son todas ellas técnicas invasivas (Genovese y Simpson,1989). El examen por ultrasonido requiere de un conocimiento preciso de la anatomía y cierta habilidad y destreza para examinar diversas estructuras (Craychee, 1995).

4.4.4.1 Técnica ecográfica

El análisis de las estructuras superficiales es complejo realizarlo al igual que cuando se utilizan transductores de alta frecuencia. Habitualmente la sonda de 7,5 MHz evalúa tendones y ligamentos que están hasta 4 cm con respecto a su profundidad. Es de vital importancia que exista un contacto entre la piel y el transductor ya que un deficiente contacto con la piel no va a permitir la visualización de las estructuras. Para facilitar el contacto se debe realizar una depilación en la zona donde se va realizar la ecografía, englobando desde el hueso accesorio del carpo hasta los sesamoideos, al igual que las zonas lateral y medial de dicha articulación. También es importante frotar la zona depilada unos minutos con agua caliente jabonosa con el propósito de disminuir la interposición de aire entre sonda y piel (Genovese y Simpson, 1989).

Las imágenes se las evalúa en planos longitudinales y transversales. En la sección longitudinal se logra encontrar las fibras organizadas linealmente. Obteniendo gran parte de líneas ecoicas, paralelas y longitudinales del cuerpo del tendón. Lo que se puede mencionar como una ecografía “fibrilar”. En la sección transversal con respecto a la imagen normal es una estructura altamente ecogénica y compacta, que pertenece a los haces y fibras de colágeno orientados correctamente, Al igual se logra evidenciar dentro del tendón líneas hipoeicoicas, así como también el trayecto de vasos sanguíneos y nervios (Craychee, 1995).

Con el conjunto de ecografías longitudinales y transversales se obtiene una imagen tridimensional de las lesiones con su medida y localización. Existen numerosos factores físicos que alteran la apariencia ultrasonográfica del tendón (Genovese y Simpson, 1989).

4.4.4.2 Puntos ecográficos de la región metacarpiana del equino

4.4.4.2.1 Punto A1

El TFDP discurre palmarmente desde la unión musculoesquelética del carpo, hasta pasar por el hueso navicular y la bolsa del mismo. La ecogenicidad es uniforme y ligeramente superior al TFDS, tiene una forma más redondeada. En la parte medial del TFDP existe un importante vaso metacarpal, se logra diferenciar de una lesión durante la técnica ecografía se observa el flujo sanguíneo del mismo, la vaina carpal es fina y tiene forma triangular en la que está en estrecho contacto con el punto dorsomedial del FDP. El ligamento accesorio (LA) se encuentra anterior al TFDP y abraza la vaina carpal. Se la conoce anatómicamente como una banda fibrosa y fuerte (Craychee, 1995).

El LA es una estructura ecogénica de todas las que se encuentran en la extremidad, a lo largo del metacarpo tiene varios tamaños y formas con lo cuál es importante realizar una comparación con la otra extremidad antes de evidenciar una patología. Anterior al LA se encuentra una línea hipoeoica que comprende al tejido conectivo vascular. El ligamento suspensorio (LS) es conocida como una estructura ligamentosa localizada cranealmente al LA, tiene forma oval irregular y con bordes no tan definidos. La ecotextura del LS es más gruesa que los otros tendones flexores o que el LA esto se da debido a que tiene en su origen fibras musculares (Genovese y Simpson, 1989).

4.4.4.2.2 Punto A2

Se prolonga desde la parte distal de la zona 1 A, a partir de 4 a 8 cm. distal al hueso accesorio del carpo exactamente en el tercio superior del 3er metacarpiano. Ultrasonograficamente, las estructuras de esta región aparecen como en la zona 1 A. Sin embargo, el TFDS es más achatado de palmar a dorsal y el TFDP se lo observa más redondeado. El tejido conectivo se encuentra libre en el espacio vascular entre la superficie del LS y el 3er metacarpiano logrando observarse nítidamente (Genovese y Simpson, 1989).

4.4.4.2.3 Punto B1

Se incluye desde los 8 hasta 12 cm. distalmente al hueso accesorio del carpo. En esta región el TFDS se va aplanando y el TFDP no adquiere cambios significativos. El LA se estrecha de palmar a dorsalmente y donde se aproxima para insertarse en el tendón flexor profundo, lo que sucede aproximadamente a los 14 cm. distalmente al hueso accesorio del carpo. El espacio vascular es completado por tejido conectivo y localizado entre el LA y el LS.

Medial donde se logra evidenciar dos grandes vasos metacarpianos (Genovese y Simpson, 1989).

4.4.4.2.4 Punto B2

Se prolonga a partir de 12 a 16 cm. desde la parte distal del hueso accesorio del carpo. En esta región el TFDS se encuentra más aplanado. El LA aún se lo logra observar pero se encuentra situado en estrecho contacto con el TFDP a lo largo de su superficie dorsal. Los vasos metacarpianos están más dorsales al LA. En esta zona la vaina carpal no se la logra observar (Genovese y Simpson, 1989).

4.4.4.2.5 Punto A3

Inicia aproximadamente a 16 cm. distalmente a la base del hueso accesorio del carpo y su terminación corresponde con el último tercio del metacarpiano. El TFDS se encuentra más estrecho y con forma de media luna. El TFDP y el LA están fusionados. En la parte distal de la zona 3 A, el LA se ingresa dentro del TFDP, en la mitad de la zona el LS se encuentra aún sin dividir, continúa distalmente el cuerpo donde se divide en lateral y medial. Cuando se logra examinar esta zona debemos ser muy cuidadoso para no equivocar el área anecoica del LS, como un defecto (Genovese y Simpson, 1989).

4.5 Tratamientos de tendinitis y desmitis.

Los fármacos que más se utilizan para el control en el desarrollo inflamatorio doloroso son los antiinflamatorios no esteroideos (AINE). Estas sustancias tienen un efecto o están relacionadas con la inhibición de la enzima ciclooxigenasa (COX), que cataliza la transformación del ácido araquidónico en diversos mediadores lipídicos, llamados prostaglandinas y tromboxanos (Kleyania Craveiro da Silva, 2017)

Los primeros AINEs en desarrollarse a pesar de tener una eficacia probada de su efecto propuesto, tiene un uso limitado debido a sus efectos adversos, como gastritis, úlceras gástricas y discrasias sanguíneas (Kleyania Craveiro da Silva, 2017)

Dada la existencia básicamente de dos isoformas de la enzima ciclooxigenasa, se las conoce como: ciclooxigenasa-1 (COX-1) y ciclooxigenasa-2 (COX-2). La COX-1 la que se expresa de forma constitutiva en los tejidos del organismo y actúa en funciones fisiológicas, mientras que la COX- 2 esta enzima participa en pocos procesos fisiológicos se induce fundamentalmente con estímulos inflamatorios (Kleyania Craveiro da Silva, 2017)

La COX-2 es la isoforma que demuestra ser la principal responsable de la síntesis de los prostanoïdes mediadores del dolor, la inflamación y la fiebre. Así, los coxibes presentan propiedades analgésicas, antiinflamatorias y antipiréticas (Kleyania Craveiro da Silva, 2017), y la dosis recomendada de Firocoxib en caballos es de 0,1 mg/kg por vía oral.

El dimetilsulfóxido (DMSO) aplicado tópicamente es útil para el tratamiento de condiciones inflamatorias al reducir el edema y proporcionar analgesia basada en la modulación de la inflamación, penetra en el líquido sinovial en cantidad suficiente para detectar en la articulación y disminuir la inflamación articular producida por la sinovitis inducida por lipopolisacáridos (Soma et al., 2018), y manifiesta que la dosis recomendada de DMSO en caballos es de 100 g por vía tópica.

Los agentes térmicos transportan energía dentro o fuera del tejido. Este transporte se basa en un gradiente de temperatura, como en el caso del hielo y el calor. Dentro de los tejidos, una temperatura de 18,3°C es la que determina los límites superior e inferior de las formas de frío y calor y produce una gran variedad de células incluso vasculares (Araújo, 2017).

El frío es un estado del relativo caracterizado por la disminución del movimiento molecular. El término crioterapia se utiliza para descubrir una aplicación de modos fríos que tienen un rango de temperatura de 0°C a 18,3°C, ya que es aquí donde se produce la reducción ideal del riego sanguíneo local, y el carácter analgésico aparece. La aplicación de frío sobre la piel activa el mecanismo que sirve calor en el centro del cuerpo, desencadenando una cadena de eventos metabólicos y vasculares que resultan en los efectos beneficiosos de la crioterapia. Al aplicar frío a nivel de la lesión esta va a intervenir directamente con la vascularización de células inflamatorias, ayudando a la restauración de la estructura normal del tendón de una forma más precisa (Araújo, 2017).

El uso del calor actúa en la rehabilitación de lesiones crónicas por los efectos que provoca sobre la circulación, el metabolismo y el sistema nervioso. Los efectos fisiológicos del calor son analgésicos, antiespasmódicos, descongestionantes y sedantes. La aplicación de calor está indicada para controlar una reacción inflamatoria y el dolor en sus etapas subaguda y crónica para promover la cicatrización de los tejidos, reducir el edema y la equimosis (Araújo, 2017) y recomienda un protocolo de 40°C de calor durante 20 minutos y 0°C de frío durante 5 minutos.

5. Material y Métodos

5.1 Área de estudio

El presente estudio de investigación se llevó a cabo en las instalaciones del grupo de Caballería Mecanizada N° 18 “CAZADORES DE LOS RÍOS” ubicada al sureste de la ciudad, en el sector Zamora Huayco del cantón Loja. Cuenta con una área de 265.809,45 m² cuyas coordenadas son 4°00'37"S 79°11'15"W, a una altitud de 2.101 msnm y con una temperatura promedio de 16,5 °C.

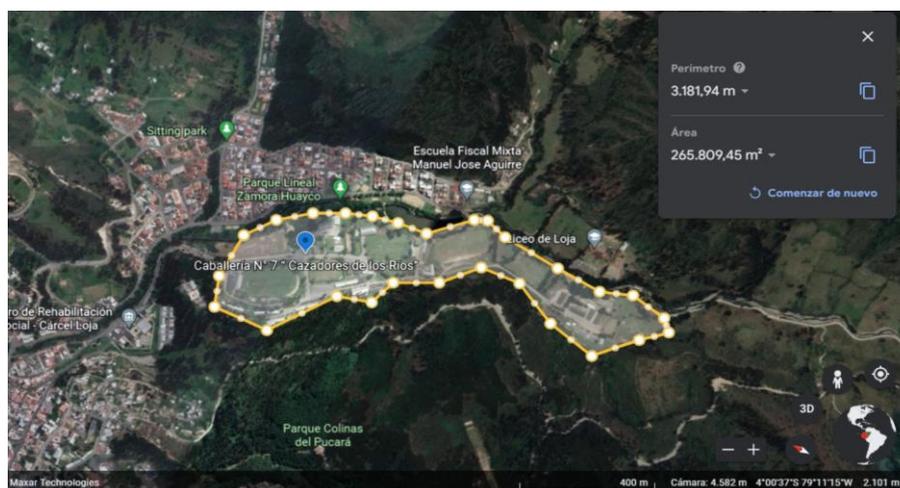


Figura 8. Ubicación caballería N° 7 “Cazadores de los Ríos”. (Google Earth, 2023)

5.2 Procedimiento

5.2.1 Enfoque metodológico

La investigación tuvo un enfoque metodológico cuantitativo

5.2.2 Diseño de la investigación

En el presente trabajo de investigación se evaluaron los efectos de tratamientos antiinflamatorios en 3 grupos de caballos, mediante ecografía y examen de claudicación. Igualmente, este modelo fue distribuido mediante un diseño aleatorizado (DCA). En las terapias aplicadas se consideraron las siguientes posologías:

- **Tratamiento 1/ Termoterapia (n: 6)** se aplicó calor (40°C a 45°C)/20 minutos, y frío (0°C)/5 minutos (TOP)
- **Tratamiento 2 / DMSO (n: 7)** se aplicó tópicamente 50 g/12h
- **Tratamiento 3 / Firocoxib (n: 7)** se aplicó 0,1mg/kg/24h por vía oral.

Luego de transcurrido el tiempo de los tratamientos (10 días), se procedió a evaluar mediante ecografía y examen de claudicación para determinar si existió un número de píxeles positivo dentro de la escala de grises del TFDP y LI.

5.2.3 Tamaño de la muestra y tipo de muestreo

En el presente estudio se trabajó con un total de 20 caballos, cada uno los cuales fueron distribuidos aleatoriamente. Dicho tamaño de la muestra fue realizado en el programa R-Studio con un efecto del 0,8 un nivel significancia del 0,05 y un poder del 0,8 o 80% dando como resultado 6 unidades experimentales en base al nivel de significancia.

5.2.4 Técnicas

5.2.4.1 Examen ecográfico

EL TFDP y LI se dividieron en tres puntos: punto 1 (A1-A2), punto 2 (B1-B2) y punto (A3). Mediante el equipo de ultrasonido (modelo DP-50Vet, marca Mindray®, China) se midió el grado de ecogenicidad, realizándose cortes longitudinales con una frecuencia de 7,5 M y una ganancia de 71 y cortes transversales con una frecuencia de 6,0 M y una ganancia de 45 en modo B. Finalmente, las imágenes ecográficas se analizaron mediante la lectura de un histograma mediante el programa Image J (versión 1.54d), que determinó el número de píxeles en escala de grises. Esta evaluación se realizó antes y después de la aplicación de los tratamientos antiinflamatorios.

5.2.4.2 Examen de claudicación.

Seguidamente después de realizar los exámenes ecográficos, se realizó el examen para evaluar la sensibilidad y el grado de cojera del caballo. Se evaluaron: sensibilidad muscular, prueba de flexión articular, prueba de extensión articular y prueba de sensibilidad a la palpación del tendón flexor digital profundo y ligamento interóseo en extensión y flexión, cada una antes y después de llevar a cabo los tratamientos.

5.2.5 Procesamiento y análisis de la información

El examen de claudicación y sensibilidad se trabajó mediante un análisis de modelo mixto, con una distribución binomial, cuyas variables fijas fueron el tratamiento, edad, trabajo y tiempo y la variable aleatoria fue el caballo. Utilizando el procedimiento GLIMMIX (SAS on Demand for Academics 2023).

Por otra parte, en el examen ecográfico, se utilizó un análisis de varianza, en donde el efecto fue el tratamiento, la edad, el trabajo, el lado y la región. Mediante el

procedimiento GLM (SAS on Demand for Academics 2023). Para comparar las medias se utilizó un T-TEST donde los P valores menores a 0,05 fueron considerados significativos.

Finalmente el análisis de correlación entre claudicación, sensibilidad en estación y flexión y número de píxeles en el TFDP y LI en caballos, se utilizó el procedimiento PROC CORR (SAS on Demand for Academics 2023).

6. Resultados

6.1 Examen de Claudicación

No fue observado efecto del tratamiento, edad, trabajo y tiempo, al examinar claudicación en los caballos antes y después de haber aplicado los tratamientos

6.2 Examen de Sensibilidad

Al evaluar la sensibilidad de las regiones A₁, B₁, A₂, B₂ y A₃ del TFDP y Ligamento Interóseo de los caballos antes y después de aplicar los tratamientos, no se logró evidenciar efecto de tratamiento, edad, trabajo y tiempo.

6.3 Examen Ecográfico

6.3.1 *Tendón Flexor Digital Profundo (Corte Longitudinal)*

El número de píxeles de cortes ecográficos longitudinales fue evaluado antes después de la aplicación de los tratamientos antiinflamatorios. Solamente se observó un efecto en los caballos tratados con termoterapia, donde la media ($p < 0.0002$), mínimo ($p < 0.0199$) y el máximo ($p < 0.0048$) de los píxeles aumentó después de aplicar el tratamiento. Por otro lado, la media ($p < 0.0031$) y el máximo ($p < 0.0224$) de los caballos tratados con termoterapia fue mayor en comparación con aquellos tratados con DMSO. Firocoxib no difirió de los dos tratamientos.

Tabla 1. Número de píxeles de corte ecográfico longitudinal del TFDP de caballos antes y después del tratamiento antiinflamatorio para tendinitis.

	Tratamiento					
	Termoterapia		DMSO		Firocoxib	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Media	59.160 _b	69.730 _{aA}	64.713	63.822 _B	62.200	70.546
Mínimo	15,083 _b	18,944 _a	15,357	16,167	15,333	17,952
Máximo	139,667 _b	151,778 _{aA}	150,095	148,595 _B	141,619	150,929

a,b letras minúsculas indican diferencia significativa ($p < 0.05$) después de finalizar los tratamientos

A,B letras mayúsculas indican diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los tratamientos.

Al haber múltiples factores que interfirieron en los resultados de los tratamientos aplicados, se estudiaron también diferencias entre las regiones, el trabajo realizado por los equinos y la edad.

El número de píxeles de cortes ecográficos longitudinales fue evaluado antes y después en las diferentes regiones del metacarpo. Solamente se observó efecto en A₁A₂, donde la media (p< 0.0002), mínimo (p<0.0050) y máximo (p<0.0050) de los píxeles aumentó con relación a los otros puntos. La media de A₁A₂ (p<0.0400) fue mayor en comparación con B₁,B₂ y A₃.

Tabla 2. Número de píxeles de corte ecográfico longitudinal del TFDP de caballos antes y después de aplicar tratamiento antiinflamatorio en las regiones del metacarpo.

	Región					
	A₁A₂		B₁B₂		A₃	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Media	61.908 _b	73.244 _{aA}	59.428	63.080 _B	65.166	67.520 _B
Mínimo	14,85 _b	20,2 _{aA}	14	15 _B	17	18 _B
Máximo	141,45 _b	153,125 _a	143,05	146,95	147,5	151,025

a,b letras minúsculas indican diferencia significativa (p<0.05) a lo largo del tiempo después de concluir con los tratamientos.

A,B letras mayúsculas indican diferencia significativa (p<0.05) entre las regiones después del tratamiento.

El número de píxeles de cortes ecográficos longitudinales fue evaluado antes y después de los caballos que realizan diferentes modalidades de trabajo. Solamente se observó un efecto en los caballos que realizan salto, donde la media (p< .0001), mínimo (p< 0001) y máximo (p< 0.0203) de los píxeles aumentó después del trabajo. Por otro lado, los caballos de salto obtuvieron una diferencia mayor (p< 0.0288) con relación a los de polo. No obstante, en el corte ecográfico longitudinal del Tendón Flexor Digital Profundo no se evidenció diferencia significativa en las variables lado y edad del presente estudio realizado.

Tabla 3. Número de píxeles de corte ecográfico longitudinal del TFDP de caballos antes y después de aplicar los tratamientos antiinflamatorios dentro de las modalidades de deporte.

Trabajo				
	Polo		Salto	
	Antes	Después	Antes	Después
Media	57.825	58.451	64.505 _a	63.080 _b
Mínimo	13,905	13,833 _B	16 _b	19,667 _{aA}
Máximo	138,476	142,405	146,974 _b	154,654 _a

a,b letras minúsculas indican diferencia significativa ($p < 0.05$) a lo largo del tiempo dentro de la misma modalidad

A,B letras mayúsculas indican diferencia significativa ($p < 0.05$) entre el trabajo después del tratamiento.

6.3.2 *Tendón Flexor Digital Profundo (Corte Transversal)*

Las variables evaluadas del TFDP de corte transversal, como es la media, desvió estándar, mínimo y máximo no obtuvieron un número significativo de píxeles con relación al tratamiento, región, trabajo, lado y edad. Por tal motivo en esta estructura anatómica de corte ecográfico transversal no se encontraron resultados positivos.

6.3.3 *Ligamento Interóseo (Corte Longitudinal)*

En el corte ecográfico longitudinal del Ligamento Interóseo no se evidenció diferencia significativa en las variables tratamiento, lado y edad del presente estudio realizado. Sin embargo, el número de píxeles de cortes ecográficos longitudinales fue evaluado antes y después de los caballos que realizan diferentes modalidades de trabajo. Solamente se observó un efecto en los caballos que realizan salto, donde la media ($p < .0001$) y el mínimo ($p < 0.0009$) de los píxeles aumentó después del trabajo. Por otro lado, el valor de mínimo ($p < 0.0107$) de los caballos de salto fue mayor en comparación con los de polo.

Tabla 4. Número de píxeles de corte ecográfico longitudinal del Ligamento Interóseo de caballos antes y después de ser sometidos a los tratamientos antiinflamatorios en las dos modalidades de deporte.

Trabajo	
Polo	Salto

	Antes	Después	Antes	Después
Media	58.052	58.785	60.184 _b	70.456 _a
Mínimo	12,357	11,024 _B	12 _b	15 _{aA}
Máximo	141,452	141,024	146,256 _b	158,615 _a

a,b letras minúsculas indican diferencia significativa ($p < 0.05$) a lo largo del tiempo dentro de la misma modalidad.

A,B letras mayúsculas indican diferencia significativa ($p < 0.05$) entre el trabajo después del tratamiento.

El número de píxeles de cortes ecográficos longitudinales fue evaluado antes y después en las diferentes regiones del metacarpo. Solamente se observó efecto en A₁A₂, donde la media ($p < 0.0002$) el mínimo ($p < 0.0011$) y el máximo ($p < 0.0032$) de los píxeles aumentó con relación a los otros puntos. La media ($p < 0.0437$) y mínimo ($p < 0.0178$) de A₁A₂ fue mayor en comparación con B₁B₂ y A₃. Por otra parte el valor.

Tabla 5. Número de píxeles de corte ecográfico longitudinal del Ligamento Interóseo de caballos antes y después de realizar los tratamientos antiinflamatorios en las regiones evaluadas del metacarpo.

	Región					
	A₁A₁		B₁B₂		A₃	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Media	58.383 _b	70.158 _{aA}	58.693	64.184	65.166	67.520 _B
Mínimo	13	17 _{aA}	12	12 _B	12	11 _B
Máximo	139 _b	153 _a	148	150	147	154

a,b letras minúsculas indican diferencia significativa ($p < 0.05$) a lo largo del tiempo luego de finalizar los tratamientos

A,B letras mayúsculas indican diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las regiones después del tratamiento.

6.3.4 Ligamento Interóseo (Corte Transversal)

En el corte ecográfico transversal del Ligamento Interóseo no se evidenció diferencia significativa en las variables región y lado del presente estudio. Sin embargo. El número de píxeles de cortes ecográficos transversal fue evaluado antes y después de la aplicación de los tratamientos antiinflamatorios. Se observó un efecto en los caballos tratados con Firocoxib, donde la media ($p < 0.0118$) y máximo ($p < 0.0172$) de los píxeles aumentó después de aplicar el tratamiento. Al igual que el número de píxeles del mínimo

($p < 0.0113$) y máximo ($p < 0.0106$) de la termoterapia aumentaron luego de ser aplicado el tratamiento. Por otro lado, la media ($p < 0.0050$) de los caballos tratados con Firocoxib fue mayor en comparación con aquellos tratados con DMSO. Al igual que el máximo de los caballos evaluados con DMSO fue mayor ($p < 0.0427$) con relación al Firocoxib.

Tabla 6. Número de píxeles de corte ecográfico transversal del Ligamento Interóseo de caballos antes y después del tratamiento antiinflamatorio para tendinitis.

	Tratamiento					
	Termoterapia		DMSO		Firocoxib	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Media	120.346	129.814	124.747	120.200 _B	115.256 _b	124.782 _{aA}
Mínimo	41,861 _b	59,778 _a	53,833	61,476	43,476	53,762
Máximo	187,528 _b	194,028 _a	188,024	186,595 _A	183,548 _b	188,119 _{aB}

a,b letras minúsculas indican diferencia significativa ($p < 0.05$) a lo largo del tiempo después de finalizar los tratamientos.

A,B letras mayúsculas indican diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los tratamientos

El número de píxeles de cortes ecográficos transversal fue evaluado antes y después de los caballos que realizan diferentes modalidades de trabajo. Se observó un efecto en los caballos que realizan polo, donde la media de los píxeles aumentó ($p < 0.0139$) después del trabajo. Al igual el número de píxeles en los caballos de salto tanto del mínimo ($p < 0.0040$) y máximo ($p < 0.0015$) aumentó luego de realizar el trabajo. Por otro lado, existieron diferencias entre las modalidades obteniendo el polo un número mayor ($p < .00338$) que salto.

Tabla 7. Número de píxeles de corte ecográfico transversal del Ligamento Interóseo de caballos antes y después de realizar los tratamientos antiinflamatorios en las dos modalidades de deporte.

	Trabajo			
	Polo		Salto	
	Antes	Después	Antes	Después
Media	117.214 _b	125.437 _{aA}	121.661	124.285 _B
Mínimo	44,167	51,333	48 _b	62 _a
Máximo	185,857	191,833	186,551 _b	188,026 _a

a,b letras minúsculas indican diferencia significativa ($p < 0.05$) a lo largo del tiempo dentro de la misma modalidad.

A,B letras mayúsculas indican diferencia significativa ($p < 0.05$) entre el trabajo después del tratamiento.

Los caballos de dos diferentes grupos de edades al ser evaluados antes y después mediante el número de píxeles de cortes ecográficos transversal. Se logró observar que hubo un efecto en los adultos donde el valor aumentó ($p < 0.0578$). Al igual que el número de píxeles, el mínimo ($p < 0.0048$) y máximo ($p < 0.0241$) aumentó en los caballos geriátricos. Por otro lado, existieron diferencias en el mínimo ($p < 0.0144$) de los caballos geriátricos con relación a los adultos.

Tabla 8. Número de píxeles de corte ecográfico transversal del Ligamento Interóseo antes y después de los tratamientos antiinflamatorios tomando en cuenta la edad de los caballos.

Edad				
	Adulto		Geriátrico	
	Antes	Después	Antes	Después
Media	119.337 _b	124.403 _a	124.755	126.414
Mínimo	46	51 _B	52 _b	101 _{aA}
Máximo	186	189	186 _b	192 _a

a,b letras minúsculas indican diferencia significativa ($p < 0.05$) a lo largo del tiempo con relación a la edad

A,B letras mayúsculas indican diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las edades después del tratamiento.

Al realizar la correlación entre las variables del TFDP y Ligamento interóseo se observó que existe claudicación mientras mayor es la sensibilidad en estación, además se relaciona positivamente con el número máximo de píxeles del tendón y valor mínimo del ligamento. De igual manera, hay mayor sensibilidad en estación, al haber claudicación, y se relacionó directamente con el mayor valor máximo de píxeles del tendón, media y mínimo del ligamento.

A mayor valor máximo de píxeles del tendón, mayor será la media y el mínimo. Por otro lado, el valor mínimo de píxeles del ligamento, influye en la media y el valor máximo del mismo.

Tabla 9. Correlación entre claudicación, sensibilidad, media, mínimo y máximo del TFDP y Ligamento interóseo en caballos.

Medición	Correlación*	Significancia
Claudicación		
vs		
• Sensibilidad Estación	+	P= 0.0099
• Máximo Tendón	+	P= 0.0280
• Mínimo Ligamento	+	P= 0.0224
Sensibilidad Estación		
vs		
• Claudicación	+	P= 0.0099
• Máximo Tendón	+	P= 0.0115
• Media Ligamento	+	P= 0.0099
• Mínimo Ligamento	+	P= 0.0003
Media Tendón		
vs		
• Máximo_L	+	P= <.0001
Mínimo Tendón		
vs		
• Media Tendón	+	P= <.0001
• Máximo Tendón	+	P= <.0001
Máximo Tendón		
vs		
• Claudicación	+	P= 0.0280
• Sensibilidad_E	+	P= 0.0115
• Media Tendón	+	P=<.0001
• Mínimo Tendón	+	P=<.0001
Media Ligamento		
vs		
• Sensibilidad Estación	+	P= 0.0099
• Mínimo Ligamento	+	P= <.0001
• Máximo Ligamento	+	P= <.0001
Mínimo Ligamento		
vs		
• Claudicación		P= 0.0224
• Sensibilidad Estación	+	P= 0.0003
• Media Ligamento	+	P= <.0001
• Máximo Ligamento	+	P= <.0001
Máximo Ligamento		
vs		
• Media Ligamento		P= <.0001
• Mínimo Ligamento	+	P= <.0001
	+	

(+) Correlación positiva

7. Discusión.

Las patologías más frecuentes en el caballo son aquellas que afectan su aparato musculoesquelético (Martínez, 2018). Los tendones y ligamentos de la región palmar del metacarpo pueden lesionarse por sobreesfuerzo o como resultado de un traumatismo por causa de sobrecarga repentina que excede la resistencia biomecánica, o un período de degeneración de la estructura que precede a la lesión (Tyrnenopoulou et al., 2015).

El diagnóstico ultrasonográfico, es útil para detectar anomalías y para una evaluación objetiva de la respuesta a la terapia. (Hills, 1996; Smith et al., 1994). La imagen bidimensional producida por ultrasonido se compone de un conjunto de bloques conocidos como píxeles, cada píxel contiene información sobre un pequeño trozo de tejido incluido en el corte seleccionado, esta información se expresa en una escala de grises, ecos con ondas muy débiles dan una sombra cercana al negro (hipoecogénico), mientras que ecos potentes dan una sombra cercana al blanco (hiperécogénico) (Clifford, 2003; Vargas et al., 2008; Fonseca, 2009).

En el presente estudio 6 de los 20 caballos que fueron evaluados presentaron claudicación y sensibilidad antes de ser aplicado el tratamiento y fueron distribuidos en los diferentes grupos. Considerando que en la anamnesis no existió histórico de claudicación, dichos datos concuerdan con un estudio realizado en caballos de rodeo chileno, donde la mayoría presentan cojera grado 2, y podría explicarse por propietarios que no logran identificar o quizás ignoran cojera leve. La mayoría de los casos registrados (98,2%) fueron de cojera espontánea, siendo el grado 2 el más frecuente (Mora, 2011). El trote es el movimiento empleado para el análisis de la cojera por ser un andar intrínsecamente simétrico que favorece la detección de las asimetrías que provocan las cojeras (Weishaupt et al., 2006). Se conoce que el 46% de las cojeras en caballos de deporte están relacionadas con lesiones de tendones y ligamentos, esta proporción es mayor cuando la actividad deportiva se realiza sobre una superficie más blanda (Clegg, 2012)

En el presente estudio entre los diferentes tratamientos aplicados durante 10 días para la mejoría de la lesión crónica del TFDP en caballos, la termoterapia fue diferente al tratamiento con el DMSO, ya que tuvo un incremento en el número de píxeles en el corte ecográfico longitudinal, mostrando una posible mejoría de la estructura. Un estudio realizado sobre termoterapia en lesiones de tendinitis y desmitis, menciona que los efectos de la crioterapia son vasoconstricción, disminución del metabolismo celular y disminución del dolor con la aplicación de frío a 0°C (Araújo, 2017). En este proceso se extrae calor del cuerpo,

provocando una serie de efectos locales y sistémicos, reduciendo el riego sanguíneo local, iniciando una cadena de eventos metabólicos y vasculares, por consiguiente la terapia de calor controla el dolor, reduce la equimosis, aumenta la elasticidad del tejido blando y acelera la cicatrización de las lesiones. Las estructuras deben recibir una temperatura dentro de un rango de 40°C a 45°C para que puedan producir un efecto terapéutico y transferir calor a los tejidos subyacentes (Araújo, 2017; Starkey, 2001). Por otra parte el DMSO bloquea la formación de PG en células de tejido dañadas al atrapar los radicales hidroxilo y oxígeno liberados por los neutrófilos durante la inflamación, bloqueando así las reacciones inflamatorias y la producción de dolor en los tejidos (Plum, 2010). En estudios realizados el DMSO aplicado tópicamente en 6 y 9 caballos adultos penetró en el líquido sinovial en cantidades suficientes para ser detectado y disminuir la inflamación articular. (Smit et al., 1998; Soma et al., 2017).

Los estudios o casos clínicos de procesos de tendinitis presentan sus resultados bajo una valoración subjetiva de la imagen ecográfica, pero sin cuantificar el número de píxeles dentro de la escala de grises. En el presente estudio se deben mostrar cambios en las estructuras examinadas después del tratamiento, que no pueden reconocerse mediante la evaluación subjetiva de la imagen y que pueden indicar una mejora en el tejido del tendón.

El firocoxib es un fármaco inhibidor selectivo de la COX2, que reduce la producción de prostanoïdes inducida por la inflamación y evita los efectos de la regulación fisiológica de la COX1. Administrado por vía oral es un potente antiinflamatorio con propiedades analgésicas y antipiréticas con riesgo reducido de efectos secundarios adversos (Barton et al., 2014) aún poco utilizado para tratamiento de tendones y ligamentos de caballos (da Silva, 2017).

Entre los tratamientos aplicados para la mejoría de la lesión crónica del Ligamento interóseo en caballos, el Firocoxib fue diferente al tratamiento con el DMSO presentando un incremento en el número de píxeles de corte ecográfico transversal, resultado que indica una posible curación del ligamento, que concuerda con investigaciones previas (da Silva, 2017; Orsini et al., 2012).

El ligamento suspensorio y el TFDP son estructuras de igual tamaño tanto en la zona proximal como en la distal. No se encuentran diferencias entre miembros y tampoco en las medidas morfométricas para estas estructuras. En cada área los valores cambian de acuerdo con su trayecto anatómico y es fundamental tener en cuenta la zona y estructura que se está valorando para poder hacer una correcta interpretación (Reyes et al., 2020)

Al ser evaluadas las regiones del TFDP de los caballos tratados, la región A₁A₂ presentó un incremento en el número de píxeles en el corte ecográfico longitudinal, lo que se podría interpretar que exista una posible curación en dicha región. Estudios mencionan que el TFDP es una estructura ecogénica que decrece de proximal a distal. En el caso de haber una lesión central el tendón se engrosa y presenta una apariencia irregular hipoecoica que ocupa el área seccional del tendón, y se rodea de áreas ecogénicas normales (Venegas, 2000), al igual áreas de ruptura de fibras, hipoecoicas a anecoicas adyacentes (Reef, 1998).

La composición de la matriz no difiere entre las diferentes regiones del ligamento suspensorio (LS) (Souza et al., 2010). Las anormalidades morfológicas del suspensorio que a menudo se identifican son: ampliación del ligamento (ancho lineal y circunferencia), mala definición de márgenes, zonas hipoecoicas centrales o periféricas, reducción difusa de la ecogenicidad y focos hiperecogénicos (Mero, 2005). Áreas de hipoecogenicidad en la zona 1A son compatibles con edema, dolor y desorganización de las fibras a nivel del origen del ligamento suspensorio (Gutiérrez, 2015). Normalmente, el LS es la estructura más densa por ecografía y la comparación se debe realizar con la extremidad contralateral (Mero, 2005). En esta investigación la región A₁A₂ obtuvo un incremento en el número de píxeles del corte ecográfico longitudinal posterior al tratamiento, notándose una posible mejoría en dicha región. A diferencia de las lesiones tendinosas, en las que la cicatrización se produce por fibrosis intratendinosa, las lesiones del LS tienden a cicatrizar con fibrosis intraligamentosa y periligamentosa. Este hecho es importante en la ecografía porque la fibrosis periligamentosa tiende a ubicarse entre el ligamento y la piel adyacente y es indicativa de desmitis previa. (Abellanet de Oleza, 2009)

Al evaluar las dos modalidades de deporte que desempeñaban los caballos en la presente investigación, los que realizan el trabajo de salto presentaron diferencias con los de polo. Donde los caballos de salto tuvo un aumento en el número de píxeles de corte ecográfico longitudinal lo que podría observarse una posible mejoría. Las lesiones por TFDP se producen principalmente cuando la fase inicial del movimiento se alarga, por un diseño de casco largo, talones muy bajos, o por la superficie de trabajo es muy blanda y facilita el hundimiento del casco, por tanto inhibe la fase de avance del movimiento, aumentando el efecto y extensión de las articulaciones interfalángicas. Estas condiciones son más comunes en caballos de salto y doma (Riemersma et al., 1996).

Los caballos de la modalidad de salto en comparación con los de polo tuvieron un aumento en el número de píxeles de corte ecográfico longitudinal. Sin embargo los caballos de polo en relación con los de salto presentaron un aumento de número de píxeles de corte ecográfico transversal, lo que en las modalidades se podría evidenciar una posible mejoría. No obstante se debe considerar que el ecógrafo y el transductor no tuvieron una imagen correcta de los píxeles del corte transversal. Las lesiones del LS se encuentran entre las más frecuentes en todos los tipos de especialidades deportivas, pero ocupa un lugar importante entre los caballos de salto y doma (Abellonet de Oleza, 2009). La desmitis que afecta a una o ambas ramas del ligamento suspensorio ocurre comúnmente en todas las razas de caballos de deporte ecuestre (Gibson y Steel, 2002). Los caballos de deporte ecuestre son más propensos a las lesiones del TFDS y LS ya que reciben la carga en el momento de apoyo, mientras que el TFDP y ligamento accesorio del TFDP intervienen algo más tarde, es decir, al principio de la fase de propulsión (Birch et al., 2014).

Las diferencias en relación con la edad pueden explicarse por cambios en el contenido de la matriz extracelular. En contraste con estos hallazgos, los tendones y los ligamentos no se relacionan significativamente con la edad. (Vosugh et al., 2019). En cuanto a la edad, parece existir una clara asociación con las lesiones de TFDP, ya que esta lesión se observa más a media que aumenta la edad de los caballos destinados a las disciplinas de salto o doma (Abellonet de Oleza, 2009). En la presente investigación los caballos adultos tuvieron un aumento en el número de píxeles en el corte ecográfico transversal, notándose una posible mejoría. Al evaluar la correlación de las variables estudiadas se observó que a mayor sensibilidad en estación y mayor número de píxeles se correlacionan con un aumento en la claudicación. Sin embargo un menor valor de la media de los píxeles se relacionan con una disminución en los números de píxeles de claudicación lo que puede manifestar que exista una posible curación del TFDP y LI.

8. Conclusión

- En el presente trabajo luego de evaluar los tratamientos antiinflamatorios, el DMSO en el corte longitudinal del TFDP presentó una disminución en la escala de grises tratamiento que resulta efectivo para contrarrestar la tendinitis.
- Los caballos de polo en las regiones B1B2 y A3 del metacarpo de corte longitudinal del TFDP presentaron una disminución de la ecogenicidad notándose una mejora del animal.
- Al finalizar los tratamientos, los caballos adultos tratados con Firocoxib en el corte transversal del Ligamento Interóseo, tuvieron un aumento en la ecogenicidad evidenciándose una recuperación de la desmitis, ya que al mantener la actividad de la Cox-1 se evitan problemas graves como son la predisposición a úlceras gástricas y la nefrotoxicidad siendo ideal su uso para tratamientos prolongados.
- Los caballos de salto en las regiones A1A2 del metacarpo del equino presentaron un incremento de la escala de grises en el corte ecográfico longitudinal del LI después de aplicado el tratamiento presentando una mejoría.
- Es de suma importancia la inspección física del animal, ya que se constató que antes de aplicar los tratamientos el 25% de los caballos evaluados claudicaron y hubo sensibilidad sin embargo después de las terapias el 10% presentaron claudicación y sensibilidad, presentando una posible convalecencia en el TFDP y LI.

9. Recomendaciones

- Realizar reposo a los caballos durante el periodo de aplicación del tratamiento, para garantizar la mejoría del TFDP y LI. (agregar en discusión)
- Depilar la zona donde se va a realizar la evaluación ecográfica del Tendón o Ligamento.(agregar en discusión)
- Evaluar los siete puntos ecográficos del TFDP y LI para obtener una evaluación más completa de la estructura anatómica.
- Para evaluar las estructuras lo ideal es utilizar una sonda y ganancia correcta para tener un mejor resultado.

10. Bibliografía

- Audisio, S. (2013). Biomecánica de la locomoción del caballo. La Pampa, Argentina: UNLPam. Obtenido de <https://n9.cl/osxub>
- Araújo, M. L. (2017). Fisioterapia equina: termoterapia, modalidades de frío e de calor utilizadas no tratamento e na reabilitação de equinos. Revista Acadêmica: Ciência Animal, 8. <https://n9.cl/9lljq>
- Barton, M. H., Paske, E., Norton, N., King, D., Giguère, S., & Budsberg, S. (2014). Efficacy of cyclo-oxygenase inhibition by two commercially available firocoxib products in horses. Equine Veterinary Journal, 46(1), 72–75. <https://doi.org/10.1111/evj.12095>
- Baxter, G. M (2011). Manual of Equine Lameness. Garsington Road on Oxford: Sixth edition. Wiley-Blackwell. <https://n9.cl/xd4rt>
- Beth, W. M. (2004) Ultrasonographic Evaluation of the Metacarpus, Metatarsus, and Pastern. Clinical Techniques in Equine Practice, volumen (3), p. 238-255.
- Birch, Helen & Sinclair, Charlotte & Goodship, Allen & Smith, Roger. (2014). Tendon and ligament physiology. 10.1016/B978-0-7020-4771-8.00009-0.
- Carmona, J. U., & López, C. (2011). Superficial digital flexor tendon tendinopathy and suspensory ligament desmopathy in horses: Pathophysiology and regenerative therapies [Tendinopatía del tendón flexor digital superficial y desmopatía del ligamento suspensorio en caballos: Fisiopatología. Archivos de Medicina Veterinaria, 43(3), 203–214. <https://n9.cl/vpqzx>
- Clegg PD. 2012. Musculoskeletal disease and injury, now and in the future. Part 2: Tendon and ligament injuries. Equine Vet. J. 44: 371-375
- Clifford, B. (2003). Principios físicos de la tomografía axial computadorizada y de la resonancia magnética. En: Manual de diagnóstico radiológico veterinario. 4ª edición. Editado por:

- Thrall D.E. Ed. Elsevier España, S.A.; Madrid. España. pp. 28-34
- Colles, Chris. (2009). Anatomía del caballo. Barcelona, España. Segunda edición. Hispano Europea., S.A. <https://n9.cl/6a0j5>
- Craychee T. (1995). Ultrasonographic Evaluation of Equine Musculoskeletal Injury. En: Veterinary diagnostic ultrasound. Nyland & Matton, eds Philadelphia: W.B Saunders Co, 265-304.
- Dyson, S. J. (2004). Medical management of superficial digital flexor tendonitis: a comparative study in 219 horses. Equine vet. J. 36 (5) 415-419. <https://n9.cl/rttl7>
- Equino, M. (2020). *Mundo Equino*. <https://n9.cl/ynx2u>
- Fonseca, J. (2009). Nefrografía mediante resonancia magnética en el perro. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Dpto. Medicina, Cirugía y Anatomía Veterinaria. Universidad de León. España.
- Foreman JH (1998). The exhausted horse syndrome. Vet Clin North Am Equine Pract. 14, 205-19.
- Genovese R.L., Simpson B.S. (1989). Diagnostic ultrasound. En: Jones W.E. Equine sports medicine. (Ed) Philadelphia: Lea & Febiger. 231- 241.
- Gibson, K.T. y Steel, C.M. (2002), Conditions of the suspensory ligament causing lameness in horses. Equine Veterinary Education, 14(1), 39-50
- Gutiérrez Ramírez, S. R. (2015). Seguimiento médico de caballo con desmitis del ligamento suspensorio del menudillo en La Calera Cundinamarca 2015. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ medicina_veterinaria/92
- Gustavo Andrade Martínez. (2018). Seguimiento del caso clínico desgarré del tendón flexor digital superficial en un caballo durante una competencia de salto, referido al hospital veterinario de grandes especies del centro universitario UAEM [Para obtener el título de Médico Veterinario, Universidad autónoma del estado de Mexico].

<https://n9.cl/se4ig>

Heidy Tatiana Londoño Muñoz. (2021). Ruptura De Tendones Flexores Profundo Y Superficial, Y Laceraciones En Cara Plantar Y Lateral Del Menudillo En Un Equino Criollo Colombiano. Reporte de caso [Universidad Antonio Nariño]. <https://n9.cl/mdg89>

Herring D.S, Bjornton G. (1985) Physics, facts and artifacts of diagnostic ultrasound. Vet Clin North Am; 15: 1107-22. <https://n9.cl/u9l43>

Hills, A.C. (1996) Comparative ultrasonic study of normal tendinous and ligamentous structures of the palmar metacarpus of Standardbred and Thoroughbred horses. AAEP Convention Proceedings (1996). AAEP on CD 2000/2001 Edition pp. 272-275

Jesús Javier Rodríguez Escobar. (2018). “Uso de firocoxib en equinos como alternativa para tratamientos basados en antiinflamatorios no esteroideos” [Universidad Autónoma del estado de Mexico]. <https://n9.cl/zaj10>

Kleyania Craveiro da Silva, M. d. (2017). Uso do firocoxib no digital profundo em equino. unidesc, 15. Obtenido de <https://n9.cl/1jeck>

Kremhau F. W. (1980). Diagnostic ultrasound, physical principles and exercises. New York, Grune & Stratton, 7-21.

Lombardero, G. J. (2011). El aparato locomotor en el equino deportivo. Mexico: FMVZ, UNAM.

Martínez, M. de los Llanos. (2005). Estudio ecográfico (ecogenicidad y área) de los tendones flexores de la extremidad del caballo pura raza español Tesis. Universidad de Murcia. Murcia, España. <https://n9.cl/9tqoq>

Martínez, A. G (2018). Seguimiento del caso clínico desgarre del tendón flexor digital superficial en un caballo durante una competencia de salto, referido al hospital veterinario de grandes especies del centro universitario Uaemamecameca.

- Mero Jeanette L., Scarlett Janet M. (2005). Diagnostic Criteria for Degenerative Suspensory Ligament Desmitis in Peruvian Paso Horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 25(5), 224-229.
- Miles C.A., Fursey G.A., Birch H.L. (1996). Factors affecting the ultrasonic properties of equine digital flexor tendons. *Ultrasound Med Biol*; 22: 907-915.
- Moine, R. (2015). Morphological Properties in the Mid Part of the Metacarpal III Bone Diaphysis of Equine Criollo Crossbreed. *Scielo*, 33(3).<https://n9.cl/q4j1o>
- Montalvo, A. C. (2011). Sistema locomotor. Asesoría técnica: Mexico: Facultad de Medicina. <https://n9.cl/5j1tf>
- Mora M. 2011. Determinación de las Principales Afecciones del Aparato Locomotor Causantes de Claudicación en Caballos Criollo Chileno de Rodeo. Memoria de título. Escuela de Medicina Veterinaria. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- Nyland T.G., Matton J. S. (2002). Physical principles instrumentation and safety of diagnostic ultrasound. En: Nyland T. G. Matton J.S., eds. *Small Animal Diagnostic Ultrasound*. 2ª ed. Philadelphia: W. B. Saunders Company; 1-18.
- Oleza, I. A. (2009). La terapia de lesiones de tejidos blandos y articulaciones con plasma rico en plaquetas en caballos de deporte evidencias clínicas y bioquímicas que validan su utilización. *Tesis Doctoral*. Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona. Obtenido de <https://n9.cl/cv2tc>
- Orsini, J. A., Ryan, W. G., Carithers, D. S., & Boston, R. C. (2012). Evaluation of oral administration of firocoxib for the management of musculoskeletal pain and lameness associated with osteoarthritis in horses. *American Journal of Veterinary Research*, 73(5), 664–671.
- Pennick D.G. (2002). Artifacts . En: Nyland T.G., Matton J.S., *Small Animal diagnostic ultrasound*. Ed. W.B. Saunders Company. Philadelphia, 19-29
- Pineda A, A., Masri D., M., Gomez G., R. (2015). El uso de células pluripotenciales Mesenquimales como tratamiento de lesiones de ligamentos y tendones. *Actualidades en*

- Medicina Veterinaria y Zootecnia , 12: 42-45.
- Plum d, C. (2010) Manual de farmacología veterinaria sexta edición. Buenos aires , argentina: intermedica
- Rantanen N. W. (1995). Physical Principles of Ultrasonographic Diagnosis. J Eq Vet Sci; 15 (3): 107-110.
- Reef. VB. (1998). Musculoskeletal ultrasonography. In: Equine Ultrasound. WB Saunders Co. Philadelphia; 43-100.
- Reyes-Bossa, B. J., Medina-Rios, H. I., & Cardona-Álvarez, J. A. (2020). Evaluación de medidas morfométricas de tendones y ligamentos metacarpales palmares por ultrasonografía en caballos criollos colombianos. Revista MVZ Córdoba, e1863. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1863>
- Riviere, J. E., & Papich, M. G. (2013). Veterinary Pharmacology and Therapeutics. Wiley
- Riemersma DJ, van der Bogert AJ, Jansen MO, et al. (1996). Influence of shoeing on ground reaction forces and tendón strains in the forelimb of ponies. Equine Vet J 1996; 28:126-132 .
- Sánchez, S. J. (2011). Estudio comparativo de un tratamiento fisioterápico convencional con uno que incluye la técnica de electrolisis percutánea intratisular en pacientes con tendinopatía crónica del tendón rotuliano. Tesis:Universidad de Salamanca. Salamanca, España. <https://n9.cl/2b3jl>
- Sisson y Grossman, J. (1982). Anatomia de los animales domesticos 5° Edicion Tomo I. Barcelona: Salvat
- Soma, L. R., Robinson, M. A., You, Y., Boston, R. C., & Rudy, J. (2017). Pharmacokinetics, disposition, and plasma concentrations of dimethyl sulfoxide (DMSO) in the horse following topical, oral, and intravenous administration. <https://n9.cl/jfv12>
- Souza MV, van Weeren PR, van Schie HT, van de Lest CH. (2010). Regional differences in

- biochemical, biomechanical and histomorphological characteristics of the equine suspensory ligament. *Equine Vet J.* 2010 Oct;42(7):611-20. doi: 10.1111/j.2042-3306.2010.0089.x. PMID: 20840576.
- Suárez, M. C. (2015). Terapéutica para la desmitis de ligamento suspensorio en. *Obtar título de Medicina Veterinaria. Universidad de La Salle, Bogota.* <https://n9.cl/k3ijy>
- Smith Rkw, Goodship AE (2004). Tendon and ligament physiology. In: Hinchcliff Kw, Kaneps AJ, Geor RRJ, (eds): *Equine Sport Medicine and Surgery*, Philadelphia, WB Saunders Company.
- Smith, R.K.W.; Jones, R.; Webbon, P.M. (1994) The cross-sectional areas of normal equine digital flexor tendons determined ultrasonographically. *Equine Veterinary Journal* 26 (6): 460-465
- Smith G, Bertone AL, Kaeding C, Simmons EJ, Apostoles S. (1998). Anti-inflammatory effects of topically applied dimethyl sulfoxide gel on endotoxin-induced synovitis in horses. *Am J Vet Res.* 1998 Sep;59(9):1149-52. PMID: 9736394.
- Stashak., T. S (2004). *Adams: Claudicaciones en el caballo 5° edicion.* B. Argentina: Inter-Medica.
- Starkey, C. (2001). *Recursos terapéuticos en fisioterapia.* Barueri: Manolé.
- Tyrnenopoulou P. (2015). Clinical application of adipose-derived stromal vascular fraction in 3 Thoroughbred horses with super cial digital exor tendonitis: Case report. Aristotle University of Thessaloniki, Faculty of Health Sciences, School of Veterinary Medicine. 66 (44) 215-222. <https://n9.cl/mykii>
- Vargas, A., Amescua-Guerra, L. M., Bernal, M. A., & Pineda, C. (2008). Principios físicos básicos del ultrasonido, sonoanatomía del sistema musculoesquelético y artefactos ecográficos. *Medigraphic.com.* <https://www.medigraphic.com/pdfs/ortope/or-2008/or086e.pdf>

- Venegas M., A., & Delgado C., A. (2000). Interpretación de imágenes ecográficas de tendones flexores y ligamentos de la región metacarpiana de los equinos. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 11(1). <https://doi.org/10.15381/rivep.v11i1.6769>
- Vosugh D, Nazem MN, Lahuti S. (2019) Anatomy and Ultrasonographic Morphometric Measurements of Palmar Metacarpal Tendons and Ligaments in Pure Persian Arabian Horses. *Anatomical Sciences* 16(2):77-86. <https://n9.cl/gafev>
- Wrigley, H. Robert. (2004). *Ecografía de los tendones, ligamentos y articulaciones*. Adams: *Claudicaciones en el caballo 5° edición*. B. Argentina: Inter-Medical
- Weishaupt, M.A.; Wiestner, T.; Hogg, H.P; Jordan, P; 2006. Compensatory load redistribution of horses with induced weight-bearing forelimb lameness trotting on a treadmill. *Vet. J.*; 171:135-146

11. Anexos



Anexo 1. Examen de sensibilidad



Anexo 2. Examen de sensibilidad en estación



Anexo 3. Examen de sensibilidad en flexión



Anexo 4. Examen de sensibilidad en extensión



Anexo 5. Examen de sensibilidad en las regiones del metacarpo



Anexo 6. Evaluación ecográfica del tendón y ligamento



Anexo 7. Ultrasonografía de corte longitudinal del TFDP y L.I



Anexo 8. Ultrasonografía de corte transversal del TFDP y L.I



Anexo 10. Aplicación del tratamiento de DMSO y administración de Firocoxib (Previcox®)



Anexo 9. Aplicación del tratamiento de termoterapia








UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA
EXAMEN DE CLAUDICACION.

Nombre: _____ Fecha: _____
Sexo: _____ Trabajo: _____

Grado 1: Casi imperceptible. Grado 2: Leve. Grado 3: Moderado. Grado 4: Severo.
Grado 5: Impotencia funcional

	MIEMBRO	GRADO	COMENTARIO
Apariencia general			
Dolor palpable			
Edema o calor			
Sensibilidad del casco			
Paso			
Trote			
Curcilo a la derecha			
Curcilo a la izquierda			

1. SENSIBILIDAD MUSCULAR

	Cuello derecha	Cuello izquierdo	Hombro derecho	Hombro izquierdo	Espalda	Grupa derecha	Grupa izquierda

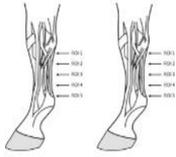
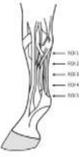
2. TEST DE FLEXION ARTICULAR.

	AD	AE
Interfalangeas		
Boleto		
Carpo		
Codo		
Rótula		

3. TEST DE EXTENSION ARTICULAR

	AD	AE
Articulación escapulo humeral		
Codo		
Carpo		

4. TEST DE SENSIBILIDAD A LA PALPACION

AD AI




AD AI

5. METODOS AUXILIARES DE DIAGNOSTICO: _____

6. DIAGNOSTICO: _____

Anexo 11. Ficha de claudicación

Loja, 26 de octubre de 2023

CERTIFICADO

Yo, Dra. Magister. Elvia de Jesús Herrera Carrión, con cédula de ciudadanía, 1102790423 por medio del presente certifico que he revisado el resumen del trabajo titulado "Efecto de la termoterapia, dimetilsulfóxido y firocoxib en lesiones crónicas del tendón flexor digital profundo y ligamento interóseo en caballos", en su versión en inglés

Lo certifico en honor a la verdad, autorizando al interesado hacer uso de este certificado para los fines pertinentes.

Atentamente,



Dra. Magister. Elvia de Jesús Herrera C.

C.C. 1102790423

Anexo 12. Certificado de traducción de resumen del Trabajo de Integración Curricular