



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**PRINCIPALES PATOLOGÍAS DE TEJIDO ÓSEO Y TEJIDOS
BLANDOS DE LA REGIÓN METACARPIANA Y
METATARSIANA (CAÑA) DEL EQUINO: ESTUDIO DE
REVISIÓN.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

P R E S E N T A:

ALICIA SÁNCHEZ ALVARADO

ASESORES:

MVZ MSc ALEJANDRO RODRÍGUEZ MONTERDE

MVZ MC DC LUZ GABRIELA LÓPEZ NAVARRO

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX.

2021





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatorias

A mis padres, Candido y Guillermina.

A mis hermanos, Arturo y Karina.

A mis sobrinos: Emiliano, Raúl, Vale y Liam.

A mis amigos incondicionales: Carlota, Mauro y Rata.

A la memoria de los que ya no están, pero de una u otra forma siempre están en mi corazón: al abuelo Guadalupe, abuela Magdalena, abuelo Luis, abuelo Candido, abuela Francisca, a José Luis Navarrete y a mis cuatro patas: Merlina, Remigia y Solovino.

*“Busca la sabiduría, no el conocimiento.
El conocimiento es del pasado, la sabiduría del presente”,
Proverbio del nativo americano, Lumbee.*

Agradecimientos

Gracias al creador por todas las bendiciones.

Gracias mamá y papá, por ser mi motivación, por su amor, su trabajo, su sacrificio, su apoyo.... Gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí, los amo con todas mis fuerzas.

Gracias hermanos y sobrinos, por su cariño, por estar conmigo en todo momento, por las peleas y por sus enseñanzas, hacen de mí una mejor persona, los amo.

Gracias a la Dra. Gaby López y al Dr. Rodríguez por ser parte de este trabajo, por todos los conocimientos compartidos, por su paciencia, por su dedicación, su apoyo y amistad, los quiero un montón.

Gracias a Ray y Carmen por su apoyo, cariño, por todos los momentos compartidos y por todas las enseñanzas, los quiero y los extraño mucho.

Gracias a la Universidad Nacional Autónoma de México, a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, a todos sus docentes y personal por ser parte de mi crecimiento personal y profesional.

Gracias a los sinodales por su tiempo y colaboración en este trabajo.

Gracias a todos los animales que me permitieron adquirir conocimientos.

Gracias She, Gaby, Monse, Pao y Becky por siempre estar, las amo mucho.

Gracias tío Alberto por todo lo compartido, te quiero.

Gracias a todas las personas que aunque no las mencioné han sido parte importante de mi vida.

CONTENIDO

1.	RESUMEN	1
2.	Introducción	2
3.	Morfofisiología de la región metacarpiana y metatarsiana	4
1.1	Osteología	6
	Tejidos blandos	11
1.2	Ligamentos	12
1.3	Tendones.....	18
1.4	Retináculos	24
1.5	Fascias	25
1.6	Irrigación	26
1.7	Inervación	29
2	Examen clínico enfocado en la región metacarpiana y metatarsiana	33
2.1	Identificación y Reseña.....	33
2.2	Anamnesis	34
2.3	Examen clínico del aparato locomotor	35
2.4	Inspección en estática	35
2.5	Palpación en estática.....	44
2.6	Inspección en dinámica	49
2.7	Palpación en dinámica.....	51
2.8	Claudicación	52
3	Analgesia diagnóstica	56
3.1	Analgesia perineural	57
3.2	Analgesia intrarticular.....	74
4	Imagenología diagnóstica de la región metacarpiana y metatarsiana	75
4.1	Radiología.....	75
4.2	Ultrasonido.....	88
4.3	Gammagrafía.....	100
4.4	Tomografía computarizada	106

4.5	Resonancia magnética	110
4.6	Termografía	121
5	Patologías de tejido óseo de la región metacarpiana y metatarsiana	124
5.1	Enfermedad metacarpiana dorsal.....	124
5.2	Osteoperiostitis metacarpiana dorsal.....	124
5.3	Fractura cortical dorsal por estrés del tercer hueso metacarpiano	131
5.4	Fracturas del tercer hueso metacarpiano/metatarsiano.....	140
5.5	Fracturas diafisarias.....	141
5.6	Fracturas en el tercio proximal del tercer hueso metacarpiano y metatarsiano.....	151
5.7	Fracturas por avulsión en el origen del ligamento suspensor del menudillo	158
5.8	Fracturas condilares del tercer hueso metacarpiano y metatarsiano....	163
5.9	Fracturas fisiarias del tercer metacarpiano/metatarsiano	177
5.10	Splints	183
5.11	Exostosis de los pequeños metacarpianos.....	185
5.12	Fracturas de los pequeños metacarpianos y metatarsianos.....	194
5.13	Fracturas del tercio proximal de los pequeños metacarpianos y metatarsianos	195
5.14	Fracturas del tercio medio de los pequeños metacarpianos y metatarsianos	204
5.15	Fracturas del tercio distal de los pequeños metacarpianos y metatarsianos	210
5.16	Osteomielitis en la región metacarpiana/metatarsiana	217
5.17	Osteopatía hipertrófica.....	226
6	Patologías de tejidos blandos de la región metacarpiana y metatarsiana ...	231
6.1	Desmitis del Ligamento Suspensor	231
6.2	Desmitis proximal del ligamento suspensor del menudillo.....	231
6.3	Desmitis del cuerpo del ligamento suspensor del menudillo.....	244
6.4	Desmitis degenerativa del ligamento suspensor del menudillo.....	251
6.5	Tendinitis del Tendón Flexor Digital Superficial	258

6.6	Ruptura del Tendón Flexor Digital Superficial.....	271
6.7	Tendinitis del Tendón Flexor Digital Profundo	276
6.8	Desmitis del Ligamento Accesorio del Tendón Flexor Digital Profundo	280
6.9	Laceraciones en Tendones.....	289
6.10	Laceración de los tendones flexores.....	289
6.11	Laceración de los tendones extensores.....	299
7	Análisis de la información	304
8	Referencias.....	307

1. RESUMEN

SÁNCHEZ ALVARADO ALICIA. PRINCIPALES PATOLOGÍAS DE TEJIDO ÓSEO Y TEJIDOS BLANDOS EN LA REGIÓN METACARPIANA/METATARSIANA (CAÑA) DE LOS EQUINOS: ESTUDIO DE REVISIÓN. Bajo la dirección de: MVZ MSc Alejandro Rodríguez Monterde y de MVZ MC DC Luz Gabriela López Navarro.

La región metacarpiana y metatarsiana es una zona anatómica que presenta una incidencia alta de lesiones que causan claudicación en el equino, por lo que resulta oportuno realizar una revisión de la información disponible para determinar las causas y factores comunes que desencadenan cada una de las patologías enlistadas, así como las técnicas diagnósticas y tratamientos disponibles para finalmente precisar un pronóstico para cada paciente.

Este estudio de revisión tiene el propósito de ser una nueva fuente de información en español que sea de utilidad para orientar a Médicos Veterinarios Zootecnistas y estudiantes en formación. La fuente de información incluye más de 380 referencias especializadas en medicina equina, publicadas entre 1978 y el año en curso, la gran mayoría de ellas en inglés; se destacan libros especializados, tesis, memorias de congresos y artículos de revistas indexadas. El trabajo se divide en tantos capítulos cada uno con sus respectivos apartados; inicia con la morfofisiología y métodos de diagnóstico, después, se abordan las patologías de tejido óseo y de los tejidos blandos de la región metacarpiana y metatarsiana. En cada patología se incorpora la definición, epidemiología, etiopatogenia, diagnóstico, tratamiento y pronóstico. Más de 240 figuras ilustran y esquematizan los temas abordados, además se incluyen tablas y cuadros que facilitan la comprensión del tema. La información recabada genera una síntesis de estudios e investigaciones que se han realizado, sin embargo, es fundamental recordar que la medicina se encuentra en constante desarrollo por lo que el estudio y actualización constante del Médico Veterinario es indispensable.

2. Introducción

Las patologías del aparato locomotor son parte de los problemas más frecuentes y limitantes en los equinos sin importar su función zootécnica, pero se ven más afectados los caballos deportivos (Rodríguez y López, 2012). La mayoría de caballos de alto rendimiento alguna vez han manifestado una claudicación durante su desempeño deportivo. El Médico Veterinario dedicado a la práctica equina se enfrenta de manera rutinaria a una amplia gama de lesiones del aparato locomotor que producen claudicación (Padres y Carmona, s.f.).

La claudicación es una indicación de una alteración estructural o funcional en uno o más miembros o el esqueleto axial que es evidente cuando el caballo está en estática o en movimiento (Ross, 2011; Baxter and Stashak, 2020). La claudicación es la principal causa de pérdidas económicas en la industria equina, en todos los caballos sin importar su función zootécnica; la región metacarpiana y metatarsiana es una fuente importante de lesiones de tejido óseo y de tejidos blandos que provocan claudicación y bajo desempeño. Para lograr un diagnóstico se debe conocer la historia clínica del caballo, se debe realizar la anamnesis, la inspección en estática y dinámica, palpar la región metacarpiana o metatarsiana, realizar pruebas de presión y flexión, en algunos casos recurrir a la analgesia diagnóstica y a herramientas de imagenología (Ross, 2011; Rodríguez y López, 2012; Ysusi, 2012; Baxter and Stashak, 2020). El tratamiento debe ser dirigido a cada patología y a cada paciente en particular, además, debe ser oportuno para limitar lesiones adicionales. El pronóstico para el caballo es muy variable ya que depende de su función zootécnica, de la estructura o estructuras involucradas, la localización de la lesión y la extensión o severidad de la lesión (Ross, 2011; Baxter and Stashak, 2020).

El presente estudio tiene como objetivo recopilar información sobre la etiopatogenia, epidemiología, los métodos de diagnóstico, tratamiento y su posible pronóstico de las patologías más comunes en el tejido óseo y los tejidos blandos de la región metacarpiana y metatarsiana en los equinos, con el fin de crear una fuente de

información actualizada en español que sirva de referencia a Médicos Veterinarios y estudiantes en formación.

La región localizada entre el carpo en los miembros torácicos o el tarso en los miembros pélvicos y la articulación del menudillo se encuentra la zona conocida en exterior como “caña”. Consta solo de tres huesos, siendo esta una reducción de cinco a tres y es una característica evolutiva de los équidos. El tercer hueso metacarpiano y metatarsiano es catalogado como el hueso principal, por lo que también se le denomina gran metacarpiano/metatarsiano; sirve de sostén y se relaciona con el único dedo. Mientras que el segundo y tercer metacarpiano/metatarsiano se encuentran menos desarrollados y se les denomina pequeños metacarpianos/metatarsianos (Getty *et al.*, 2005; Dyce *et al.*, 2010; König y Liebich, 2012; Lusi and Davies, 2018; Richardson and Ortved, 2019). El tercer metacarpiano y metatarsiano soportan la mayor carga de los huesos del cuerpo; sin embargo, su cobertura mínima de tejidos blandos especialmente sobre su superficie dorsal los vuelve vulnerables y propensos a lesionarse (Bartel, 1978; Pilliner *et al.*, 2002; Getty *et al.*, 2005; Moine *et al.*, 2015; Richardson and Ortved, 2019; Wright and Nixon, 2020). El segundo hueso metacarpiano/metatarsiano posee la función de soporte de peso y estabilización del miembro, en comparación del cuarto metacarpiano/metatarsiano que sirve para la inserción de ligamentos del carpo y tarso respectivamente; las lesiones traumáticas son comunes en estos huesos y están influenciadas por su exposición anatómica (Moine *et al.*, 2015; Jackson and Auer, 2019; Nixon and Fortier, 2020).

Los tendones y ligamentos asociados a la región metacarpiana o metatarsiana desempeñan un papel fundamental de sostén, amortiguador y de propulsión, y también, tienen una alta incidencia de lesiones en la región de la caña (Schultz, 2004; Lusi and Davies, 2018).

Es importante mencionar que todas las lesiones que se describen al tener métodos de diagnóstico idénticos, automáticamente son diagnósticos diferenciales entre ellos, por lo tanto, se deben de tener en mente al localizar el origen de una claudicación en la región metacarpiana o metatarsiana.

3. Morfofisiología de la región metacarpiana y metatarsiana

En el equino la zona localizada entre el carpo en miembros torácicos (Figura 1) o el tarso en miembros pélvicos (Figura 2) y la articulación del menudillo se le denomina región metacarpiana o metatarsiana según sea el caso, y el nombre que recibe en exterior es “caña”. Esta región comprende a los tres huesos metacarpianos o metatarsianos unidos entre sí por el ligamento interóseo. El tercer hueso metacarpiano/metatarsiano está bien desarrollado y es catalogado como el hueso principal de la región; el segundo y cuarto hueso están menos desarrollados, por lo que los llaman pequeños metacarpianos/metatarsianos, vestigiales o rudimentarios. Además de los huesos hay tejidos blandos asociados, como tendones y ligamentos (Figura 3) que en conjunto con los huesos de la región cumplen funciones importantes en la locomoción del equino y el soporte de peso.

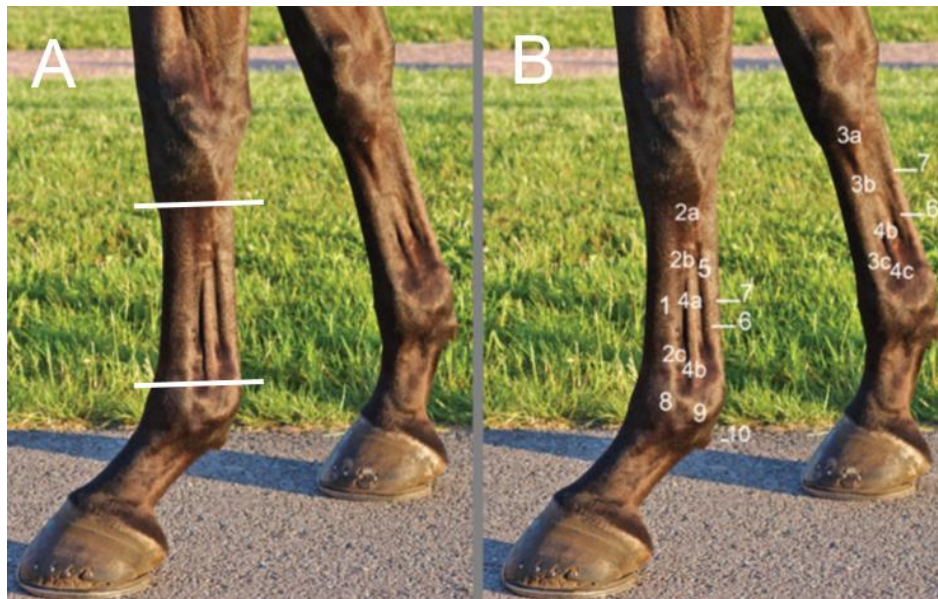


Figura 1. **A)** Las líneas delimitan la región metacarpiana, conocida en exterior “caña”. **B)** Aspecto medial y lateral de la región metacarpiana, los números señalan estructuras anatómicas palpables. 1- Tercer hueso metacarpiano, 2- Cuarto hueso metacarpiano, 2a- Tercio proximal, 2b- Tercio medio, 2c- Tercio distal, 3-Segundo hueso metacarpiano, 3a- Tercio proximal, 3b- Tercio medio, 3c- Tercio distal, 4- Ligamento suspensor del menudillo, 4a- Cuerpo, 4b- Rama lateral, 4c- Rama medial, 5- Ligamento accesorio del tendón flexor digital profundo, 6- Tendón flexor digital profundo, 7- Tendón flexor digital superficial, 8- Ligamento colateral lateral del menudillo y 9- Hueso sesamoideo proximal lateral (Modificado de Denoix, 2019).

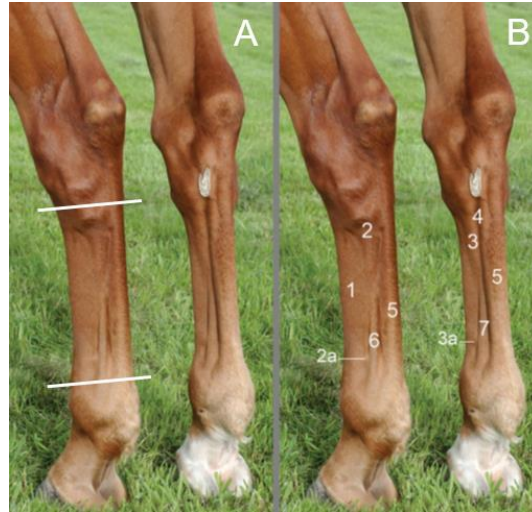


Figura 2. **A)** Las líneas delimitan la región metatarsiana. **B)** Aspectos lateral y medial de la región metatarsiana, los números señalan las estructuras anatómicas palpables. 1- Tercer hueso metatarsiano, 2- Tercio proximal del cuarto hueso metatarsiano, 2a- Tercio distal del cuarto hueso metatarsiano, 3- Segundo hueso metatarsiano, 3a- Tercio distal del segundo hueso metatarsiano, 4- Surco distomedial del corvejón, 5- Tendones flexores; 6- Ligamento suspensor del menudillo (rama lateral), 7- Rama medial del ligamento suspensor del menudillo (Modificado de Denoix, 2019).



Figura 3. Aspecto lateral de la región metacarpiana del miembro torácico izquierdo, se pueden observar el tejido óseo y tejidos blandos asociados a la región (Modificado de Denoix, 2019).

1.1 Osteología

Tercer hueso metacarpiano/metatarsiano

El tercer metacarpiano y metatarsiano soportan la mayor carga de los huesos del cuerpo, sin embargo, la mínima cobertura de tejidos blandos especialmente sobre la superficie dorsal los vuelve vulnerables y propensos a lesionarse (Bartel, 1978; Pilliner *et al.*, 2002; Getty *et al.*, 2005; Moine *et al.*, 2015; Richardson and Ortved, 2019; Wright and Nixon, 2020).

El tercer hueso metacarpiano y metatarsiano se desarrolla a partir de tres centros de osificación que son la epífisis proximal, un cuerpo intermedio y una epífisis distal. La epífisis proximal se osifica antes del nacimiento (Kainer and Dee, 2011; Wright and Nixon, 2020), la epífisis distal cierra entre los 6 y los 18 meses de edad (Kainer and Dee, 2011). A medida que el caballo crece y comienza un entrenamiento el tercer hueso metacarpiano se expone a un estrés mecánico severo que lo predispone a fracturas por estrés, especialmente en caballos de 18 a 24 meses de edad (Bigot *et al.*, 1996). El tercer hueso metacarpiano alcanza un tamaño, un grado de mineralización y una resistencia al estrés entre los cuatro y los siete años de edad (Shorafa *et al.*, 1979); sin embargo, la resistencia a fracturarse no aumenta al incrementar la mineralización y puede disminuir debido a una mayor rigidez del hueso (Lawrence *et al.*, 1994).

El tercer hueso metacarpiano y metatarsiano, son huesos largos y de los más potentes del esqueleto. La corteza es gruesa, su cavidad medular se extiende hacia sus extremos y posee muy poca sustancia esponjosa (Getty *et al.*, 2005). Las fuerzas pasan a lo largo del hueso y la corteza del tercer hueso metacarpiano absorbe de distinta manera estas fuerzas, la cortical dorsal y medial soportan más carga de tensión, mientras que la corteza lateral y palmar soportan más cargas de compresión (Moine *et al.*, 2015).

El tercer hueso metacarpiano está situado en dirección vertical, articula hacia proximal con los huesos segundo, tercero y cuarto carpianos (Kainer and Dee, 2011). El tercer hueso metatarsiano articula proximalmente con el tercer hueso del

tarso, pero tiene superficies que articulan con los huesos primero y segundo del tarso, y una superficie plantar que articula con el segundo y cuarto hueso del tarso (Getty *et al.*, 2005; Ross, 2011). Ambos huesos articulan distalmente con la falange proximal (Kainer and Dee, 2011).

El tercer hueso metacarpiano y metatarsiano está comprendido por una diáfisis y dos epífisis. La diáfisis proximal tiene una superficie dorsal convexa, la superficie palmar es rugosa; en el tercio proximal en las superficies medial y lateral y hacia palmar o plantar son ligeramente triangulares ya que se fijan los huesos segundo y cuarto metacarpianos o metatarsianos, según sea el caso. Entre la superficie palmar/plantar del tercer hueso metacarpiano/metatarsiano y los bordes axiales del segundo y cuarto huesos metacarpianos o metatarsianos se forma el surco metacarpiano/metatarsiano (Kainer and Dee, 2011). La epífisis distal posee una tróclea que está compuesta por dos cóndilos, que se encuentran separados por una cresta sagital (König and Liebich, 2012; Wright and Nixon, 2020). El cóndilo medial es más grande. A cada lado de los cóndilos hay una fosa pequeña, encima de la cual hay un tubérculo para la inserción de los ligamentos colaterales del menudillo. El extremo distal además posee una superficie articular para la falange proximal y palmarmente/plantarmente para los sesamoideos proximales (Getty *et al.*, 2005; Dyce *et al.*, 2010; König and Liebich, 2012; González, 2018). El forámen nutricio de la diáfisis del tercer hueso metacarpiano es palmar y se encuentra en la unión de los tercios proximal y medio, medial a la línea media (Figura 4) (Wright and Nixon, 2020).

A pesar de su parecido con el tercer hueso metacarpiano, el tercer hueso metatarsiano es aproximadamente 16-17% más largo que su contraparte metacarpiano, lo que equivale a aproximadamente 5 cm en un caballo pura sangre inglés (Figura 5) (Kainer and Dee, 2011; Richardson and Ortved, 2019; Wright and Nixon, 2020). Es menos redondo que el tercer hueso metacarpiano si se observa en un corte transversal (Kainer and Dee, 2011; Richardson and Ortved, 2019). En la epífisis proximal en la superficie dorsal tiene una cresta rugosa para la inserción del músculo tibial anterior (Getty *et al.*, 2005). El forámen nutricio es más grande,

es plantar, y está ligeramente medial a la línea media, y distal a la unión de los cuadrantes proximal y medio (Ross, 2011; Wright and Nixon, 2020).

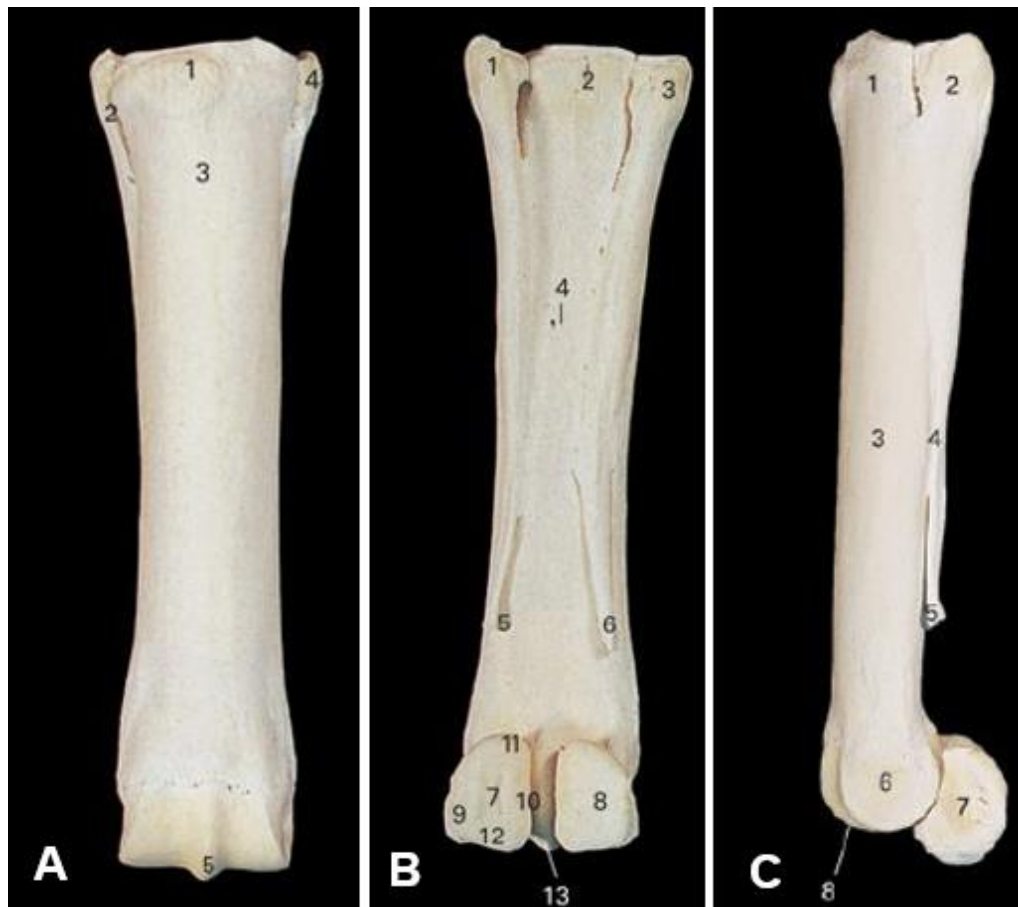


Figura 4. Tercer hueso metacarpiano izquierdo. **A) Vista dorsal** 1- Tuberosidad metacarpiana, 2- Segundo hueso metacarpiano, 3- Tercer hueso metacarpiano, 4- Cuarto hueso metacarpiano y 5- Cresta sagital del tercer hueso metacarpiano. **B) Vista palmar** 1- Cuarto hueso metacarpiano, 2- Tercer hueso metacarpiano, 3- Segundo hueso metacarpiano, 4- Foramen nutricao, 5- Extremo distal “botón” del cuarto hueso metacarpiano, 6- Botón del segundo hueso metacarpiano, 7- Hueso sesamoideo proximal lateral, 8- Hueso sesamoideo proximal medial, 9- Superficie abaxial del hueso sesamoideo, 10- Superficie axial del hueso sesamoideo, 11- Ápice del hueso sesamoideo, 12- Base del hueso sesamoideo y 13- Cresta sagital del tercer hueso metacarpiano. **C) Vista lateral** 1- Tuberosidad metacarpiana, 2- Cabeza del cuarto hueso metacarpiano, 3- Tercer hueso metacarpiano, 4- Tercio medio del cuarto hueso metacarpiano, 5- Extremo distal o “botón” del cuarto hueso metacarpiano, 6- Tubérculo para la inserción del ligamento colateral lateral, 7- Sesamoideo proximal lateral y 8- Cresta sagital del tercer metacarpiano (Tomado de Clayton *et al.*, 2005).

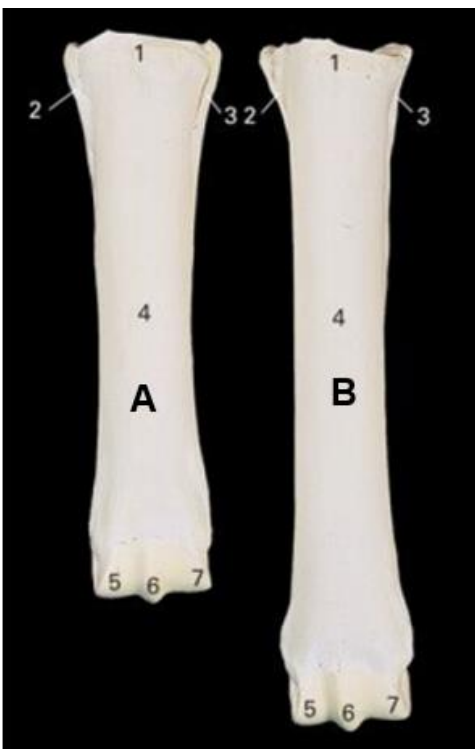


Figura 5. **A)** Tercer hueso metacarpiano izquierdo; **B)** Tercer hueso metatarsiano derecho; 1- Tuberosidad metacarpiana/metatarsiana, 2- Segundo hueso metacarpiano/metatarsiano, 3- Cuarto hueso metacarpiano/metatarsiano, 5- C6ndilo medial del tercer hueso metacarpiano/metatarsiano, 6- Cresta sagital del tercer hueso metacarpiano/metatarsiano y 7- C6ndilo lateral del tercer hueso metacarpiano/metatarsiano (Tomado de Clayton *et al.*, 2005).

Segundo y cuarto hueso metacarpiano/metatarsiano

El segundo y cuarto hueso metacarpiano y metatarsiano son huesos peque1os y vestigiales, pero con frecuencia son causa de claudicaci3n y da1o secundario a estructuras adyacentes como el ligamento suspensor del menudillo o de la articulaci3n proximal (Nixon and Fortier, 2020). Las lesiones traumáticas son comunes en estos huesos y est1n influenciadas por su exposici3n anatómica, el comportamiento del caballo y las pr1cticas de manejo equino (Jackson *et al.*, 2007; Jackson and Auer, 2019). Las lesiones m1s comunes que afectan estos huesos son fracturas y exostosis. Los defectos congénitos como la polidactilia ocurren ocasionalmente (Jackson and Auer, 2019). Las lesiones neoplásicas son muy raras (Pieber *et al.*, 2010).

El segundo hueso metacarpiano/metatarsiano está localizado medial y palmar/plantar al tercer hueso metacarpiano/metatarsiano; y el cuarto hueso metacarpiano/metatarsiano se encuentra lateral y palmar/plantar (Figura 6) (Thrall, 2018). El segundo hueso metacarpiano/metatarsiano posee la función de soporte de peso y estabilización del miembro, en comparación del cuarto metacarpiano/metatarsiano que sirve para la inserción de ligamentos del carpo y tarso respectivamente (Moine *et al.*, 2015; Jackson and Auer, 2019; Nixon and Fortier, 2020).

La superficie proximal de los pequeños huesos metacarpianos y metatarsianos articulan con los huesos del carpo y el tarso, respectivamente. El segundo hueso metacarpiano se articula con el segundo y tercer hueso del carpo, mientras que el cuarto solo articula con el cuarto hueso del carpo. El segundo hueso metatarsiano articula con el primer y segundo huesos del tarso; el cuarto hueso metatarsiano articula con el cuarto hueso del tarso y soporta un peso mínimo a través de esta articulación (Baxter *et al.*, 1992; Kainer and Dee, 2011; Ross, 2011; Thrall, 2018; Jackson and Auer, 2019). El tercio proximal y medial de los pequeños metacarpianos y metatarsianos articulan con el tercer metacarpiano/metatarsiano (Figura 4B). El tercio distal disminuye de grosor y termina en un “botón” que es palpable (Figura 4B) (Kainer and Dee, 2011; Richardson and Orved, 2019). Ambas diáfisis de cada pequeño metacarpiano/metatarsiano están unidas al tercer metacarpiano/metatarsiano por un ligamento interóseo, sin embargo, existen estudios que reportan la osificación de este ligamento, a la cual se le llama fusión metacarpiana/metatarsiana (Figura 6) (Les *et al.*, 1995; Bendrey, 2007).

En el miembro pélvico hay una diferencia entre el segundo y el cuarto hueso metatarsiano. El cuarto hueso metatarsiano particularmente su extremo proximal es más grande que el extremo proximal del segundo hueso metatarsiano (Kainer and Dee, 2011).

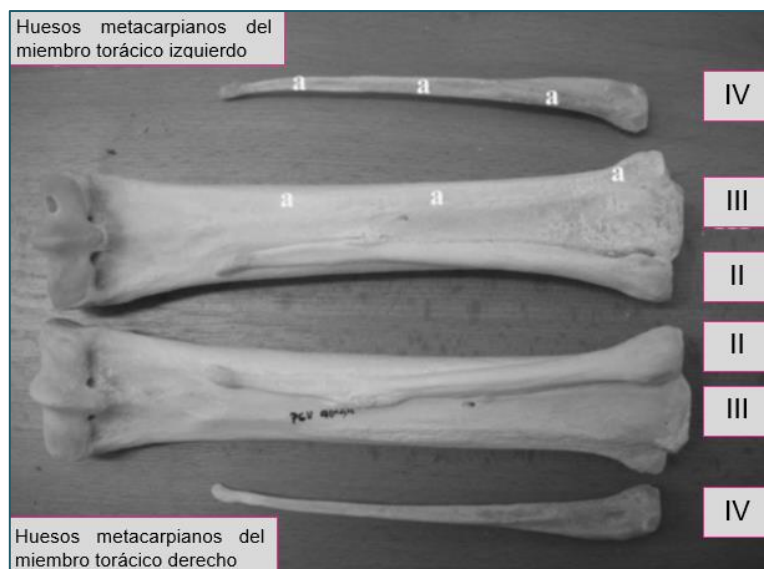


Figura 6. Huesos metacarpianos de un caballo. II- Segundo hueso metacarpiano, III- Tercer hueso metacarpiano y IV- Cuarto hueso metacarpiano. En este caso el segundo hueso metacarpiano está unido al tercer hueso metacarpiano debido a la osificación del ligamento interóseo, mientras que el cuarto hueso metacarpiano no se encuentra fusionado. Las letras “a” señalan el sitio de unión del cuarto con el tercer hueso metacarpiano por el ligamento interóseo (Modificado de Bendrey, 2007).

Tejidos blandos

La arquitectura anatómica de los tendones y ligamentos está diseñada para permitir que los tendones transfieran pasivamente la fuerza generada por los músculos a las uniones óseas en el lado opuesto de una articulación o articulaciones y así proporcionar movimiento. Por el contrario, los ligamentos resisten la tracción de dos conexiones óseas como por ejemplo, los ligamentos suspensorios del menudillo (Goodrich, 2011). Los tendones y ligamentos asociados a la región metacarpiana y metatarsiana desempeñan un papel fundamental de sostén, amortiguador y de propulsión (Schultz, 2004; Lusi and Davies, 2018). En la región metacarpiana/metatarsiana los tejidos blandos que se encuentran en la región palmar o plantar reciben fuerzas significativas de carga de peso y, por lo tanto, brindan soporte a las articulaciones metacarpofalángicas y metatarsofalángicas durante el ejercicio y, actúan como transmisores de fuerza durante movimientos rápidos e inesperados (Goodrich, 2011). Los tendones flexores y el ligamento

suspensor del menudillo están sujetos a grandes cambios de longitud cuando están bajo carga, se alargan del 8 al 12% de su longitud (Lusi and Davies, 2018).

1.2 Ligamentos

Ligamento suspensor del menudillo

El ligamento suspensor del menudillo (LSM), también conocido como músculo interóseo, para su estudio se divide en 3 partes que son: la región proximal, el cuerpo y las ramas. La función principal del LSM es la de prevenir una extensión excesiva de la articulación metacarpofalángica (Figura 6) (König and Liebich, 2012; Salcedo, 2014; Williams, 2014; López, 2017; Toothaker, 2017; Ferraro *et al.*, s.f.).

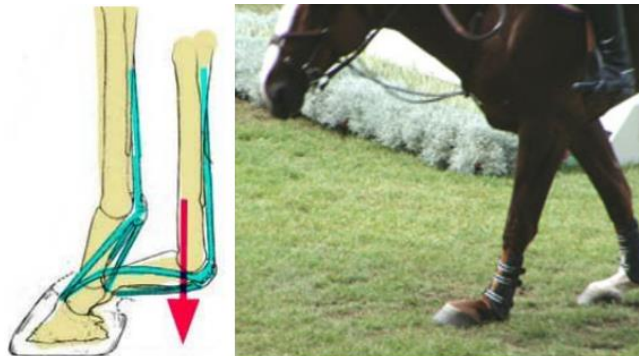


Figura 7. El LSM se señala con el color verde, se muestra su función, que es prevenir la extensión excesiva de la articulación metacarpofalángica (Tomado de Toothaker, 2017).

La porción proximal del LSM incluye el origen, el cual se encuentra en el aspecto proximal y palmar/plantar del tercer hueso metacarpiano o metatarsiano y en menor medida en la fila distal de los carpos/tarsos (Figura 8) (Salcedo, 2014; López, 2017). El cuerpo del LSM desciende sobre el surco metacarpiano/metatarsiano entre el segundo y cuarto hueso metacarpiano/metatarsiano (Dyson *et al.*, 2002; Getty *et al.*, 2005; Kainer and Dee, 2011; König and Liebich, 2012). A su paso por la porción distal del tercer hueso metacarpiano/metatarsiano, el LSM se bifurca en dos ramas, y se convierten en la rama medial y lateral, gran parte de sus fibras se insertan en la superficie abaxial de cada hueso sesamoideo proximal, otras continúan hacia los ligamentos sesamoideos colaterales; y otras fibras que son más superficiales,

prosiguen como ramas extensoras que se dirigen hacia el tendón extensor digital común, al que se unifican a la altura del tercio distal de la falange proximal (Kainer and Dee, 2011; Dyson, 1994; Thrall, 2018).

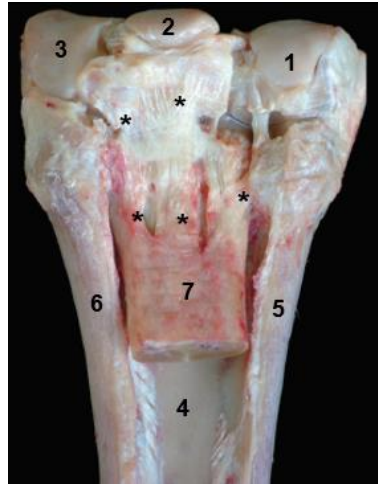


Figura 8. Aspecto palmar y proximal de la región metacarpiana, posterior a la extracción de los tendones flexores del miembro torácico izquierdo. 1- Segundo hueso del carpo, 2- Tercer hueso del carpo, 3- Cuarto hueso del carpo, 4- Tercer hueso metacarpiano, 5- Segundo hueso metacarpiano, 6- Cuarto hueso metacarpiano, 7- Porción proximal del LSM, los * señalan los orígenes del ligamento (Modificado de Denoix, 2019).

El LSM se compone de tejido muscular, tejido adiposo y tejido conectivo (López, 2017). El tejido muscular puede ir del 2 al 11%, pero la cantidad de músculo puede variar entre caballos y entre razas. Las fibras musculares, el 95% son de tipo I, de contracción lenta (Soffler and Hermanson, 2006; Salcedo, 2014; López, 2017). No existe una diferencia significativa entre potros y adultos en cuanto a la cantidad de fibras musculares (Soffler and Hermanson, 2006; Salcedo, 2014).

Existen algunas diferencias entre el LSM de los miembros pélvicos y torácicos (Figura 11). En los miembros torácicos el origen del LSM tiene una apariencia bilobulada (Figura 9A y 10) el lóbulo medial es más largo y delgado, aunque lo anterior puede variar entre caballos; aproximadamente 5 a 6 cm distales de la articulación carpometacarpiana estos lóbulos se unen para formar un ligamento ovalado (Werpy and Denoix, 2012). En el miembro pélvico el origen tiene una forma triangular (Figura 9B). El LSM está más cerca del cuarto hueso metatarsiano y existe una mayor cantidad de tejido conectivo que lo separa del segundo hueso

metatarsiano (Smith, 2008; Werpy and Denoix, 2012). A medida de que desciende el ligamento toma una forma de corazón para después ser ovalado (Werpy and Denoix, 2012). Además el LSM del miembro pélvico es más delgado, más redondeado y más largo que el ligamento del miembro torácico (Kainer and Dee, 2011).

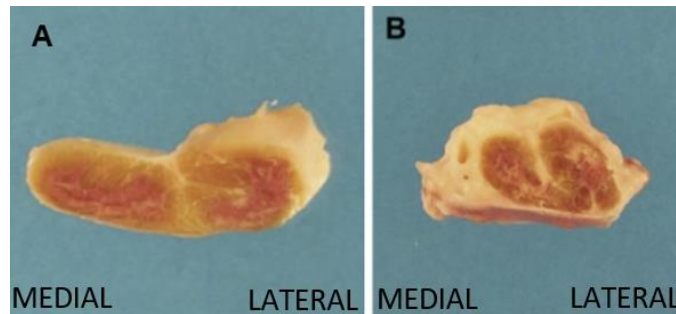


Figura 9. Secciones anatómicas macroscópicas del origen del LSM. **A)** El LSM en el miembro torácico la apariencia es bilobulada, el lóbulo medial más largo y comparado con lóbulo lateral que es más grueso corto. **B)** El LSM en el miembro pélvico, tiene forma triangular (Modificado de Werpy and Denoix, 2012).

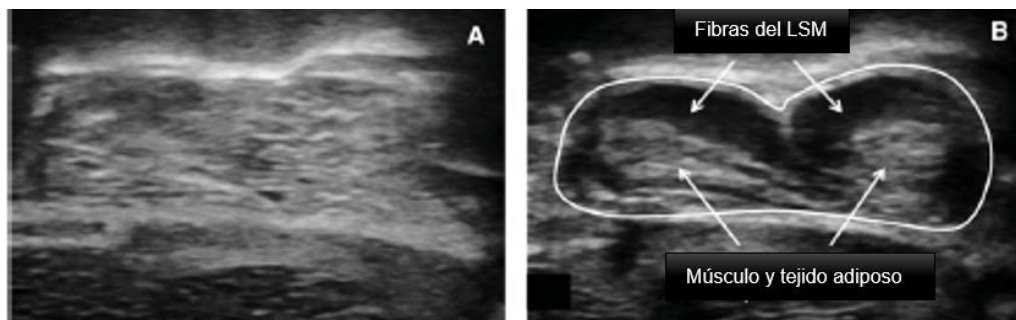


Figura 10. Ultrasonido del origen del LSM en el miembro torácico. **A)** Ultrasonido con el miembro torácico en flexión y con el transductor colocado perpendicular al ligamento donde se observa ecogénico **B)** Ultrasonido realizado al mismo nivel, pero el transductor colocado en una dirección palmarodistal-dorsoproximal al LSM, el tejido conectivo se observa anecóico, las fibras musculares y el tejido adiposo se observan ecogénicas, además se observan una clara delimitación de los lóbulos del LSM (Modificado de Werpy *et al.*, 2013).

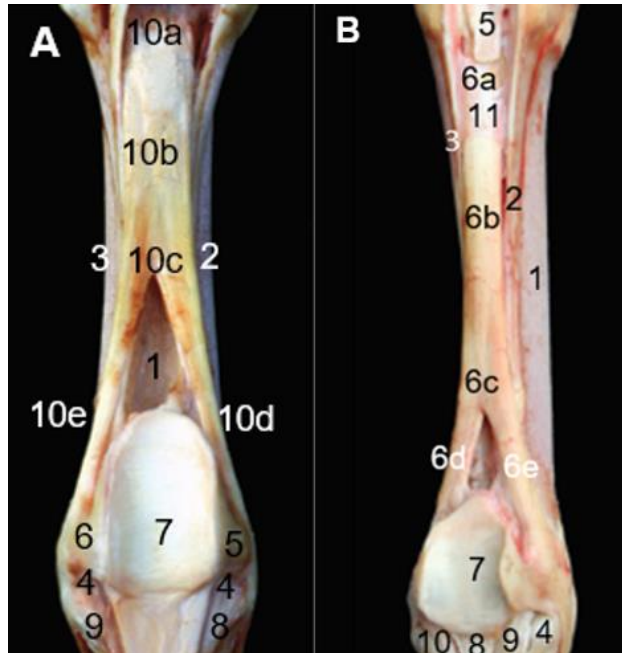


Figura 11. **A)** Aspecto palmar del metacarpo después de los tendones flexores del miembro torácico izquierdo 1- Tercer hueso metacarpiano, 2- Segundo hueso metacarpiano, 3- Cuarto hueso metacarpiano, 4- Falange proximal, 5- Sesamoideo proximal medial, 6- Sesamoideo proximal lateral, 7-Ligamento intersesamoideo, 8- Ligamento sesamoideo oblicuo medial, 9- Ligamento sesamoideo oblicuo lateral, 10- Ligamento suspensor del menudillo, 10a- origen, 10b- cuerpo, 10c- bifurcación, 10d- rama medial, 10e- rama lateral. **B)** Aspecto plantaromedial del LSM en el miembro pélvico. 1- Tercer hueso metatarsiano, 2- Segundo hueso metatarsiano, 3- Cuarto hueso metatarsiano, 4- Eminencia plantar medial de la falange proximal, 5- Origen del ligamento accesorio del tendón flexor digital profundo; 6- Ligamento suspensor del menudillo, 6a- origen, 6b- cuerpo, 6c- bifurcación, 6d- rama lateral, 6e- rama medial, 7- Ligamento intersesamoideo; 8- Ligamento recto sesamoideo; 9- Ligamento oblicuo sesamoideo medial, 10- Ligamento oblicuo sesamoideo lateral; 11- Fascia metatarsiana plantar (Modificado de Denoix, 2019).

Ligamento interóseo

El ligamento interóseo une la diáfisis del segundo y cuarto hueso metacarpiano/metatarsiano al tercer metacarpiano/metatarsiano (Getty *et al.*, 2005; Dyce *et al.*, 2010; König and Liebich, 2012; González 2018, Thrall, 2018). El ligamento interóseo es de tejido fibroso y es variable entre caballos va desde una estructura ligamentosa hasta una unión ósea (Jackson and Auer, 2019). Hay reportes de la osificación del ligamento interóseo (Figura 12) (Les *et al.*, 1995; Bendrey, 2007).

Les *et al.* (1995) mencionan que la fusión metacarpiana se encontró en 192 de 200 metacarpianos, y el 78% de todos los caballos de 2 años o más tuvieron dos o más sitios de fusión. Bendrey (2007) incluso propone un sistema de puntuación para la osificación del ligamento interóseo.

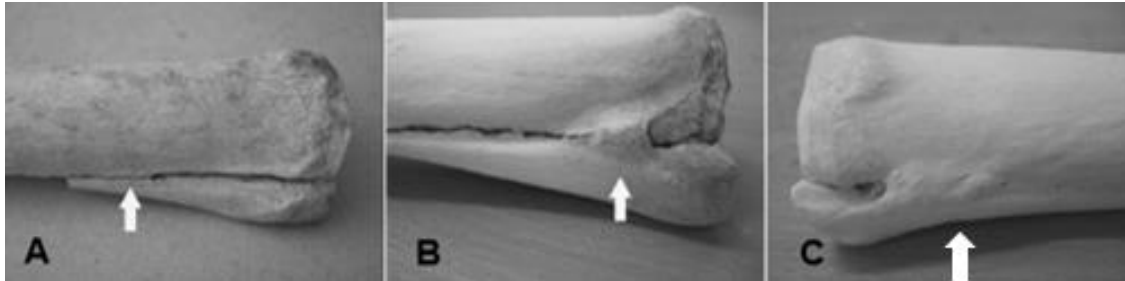


Figura 12. **A)** Vista lateral de los huesos metacarpianos, se observa los huesos no unidos, sin embargo, la flecha señala hueso de neoformación a lo largo de los bordes del área donde se unen los dos huesos; **B)** Vista lateral de los huesos metatarsianos, la flecha indica el hueso de neoformación, y une a los huesos metatarsianos; **C)** Vista medial de los huesos metacarpianos, se observa la fusión metacarpiana por la osificación del ligamento interóseo (Modificado de Bendrey, 2007).

Ligamento accesorio del tendón flexor digital profundo

El ligamento accesorio del tendón flexor digital profundo también es conocido como ligamento frenador inferior o ligamento de control inferior. Su función principal es brindar estabilidad al carpo en hiperextensión durante la segunda fase de apoyo y compartir tensión con el tendón flexor digital profundo durante la extensión de las articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas (Thrall, 2018; Estrada *et al.*, 2014). En los miembros pélvicos su función no es clara (Dyson, 2010; Dyson, 2011). En los miembros torácicos es una continuación del ligamento palmar del carpo, y su origen es el aspecto palmar de los huesos carpianos tercero y cuarto; proximalmente es ancho y rectangular (Denoix, 1994; Dyson, 2011), hacia distal se vuelve angosto, palmar a él se encuentra el LSM y en el tercio medio de la región metacarpiana se fusiona con el tendón flexor digital profundo (Figura 13A). Forma parte de la pared dorsal del canal carpiano, dentro de la cual se encuentra la vaina sinovial carpiana (Kainer and Dee, 2011; Dyson, 2018).

En los miembros pélvicos, recibe el nombre de ligamento accesorio subtarsiano o frenador inferior (Figura 13B). Su origen es de la cara plantar de la cápsula fibrosa

de la articulación del tarso, entre el calcáneo y los huesos central y cuarto del tarso, varía en cuanto a su tamaño, puede ser más largo, ser bífido (Figura 13C), e incluso puede estar ausente en algunos caballos, pero, generalmente falta en burros, mulas y ponies. Cuando está presente se une al tendón flexor digital profundo cerca de la mitad de la región metatarsiana y se encuentra dentro de la vaina del tarso (Muyllé *et al.*, 2009; Kainer and Dee, 2011; Dyson, 2018). Muyllé *et al.* (2009) reportaron que el ligamento accesorio del TFDP estaba ausente en el 6% de 165 miembros pélvicos y ocasionalmente era una estructura bífida. Además en los miembros pélvicos es más elástico y su resistencia a la ruptura es tres veces mayor que en los miembros torácicos (Dyson, 2011).

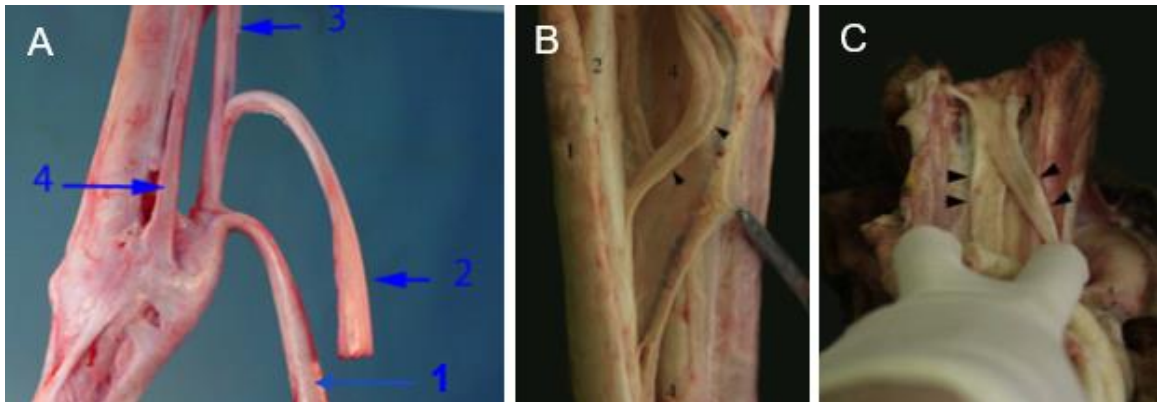


Figura 13. **A)** Vista lateral de un espécimen, 1- Tendón flexor digital superficial, 2- Tendón flexor digital profundo, 3- Ligamento accesorio del tendón flexor digital profundo y 4- Ligamento suspensor del menudillo, se observa la fusión del tendón flexor digital profundo con su ligamento accesorio en la región metacarpiana media (Modificado de *Clear Equine Distal Limb Anatomy, s.f.*). **B)** Vista lateroplantar de un miembro pélvico, las flechas señalan el ligamento accesorio del tendón flexor digital profundo, 1-Tendón flexor digital superficial, 2-Tendón flexor digital profundo y 4- Ligamento suspensor del menudillo. **C)** Vista plantar de un miembro pélvico, las flechas señalan al ligamento accesorio del tendón flexor digital profundo con forma bífida (Tomado de Muyllé *et al.*, 2009).

1.3 Tendones

Los tendones flexores digitales superficial y profundo descienden sobre la superficie palmar/plantar de la región metacarpiana/metatarsiana, están rodeados por vainas sinoviales, que cumplen una función protectora, permitiendo un movimiento sin fricción a medida que los tendones atraviesan las prominencias óseas del carpo en el miembro torácico y en la articulación metacarpofalángica (Kainer and Dee, 2011). La vaina carpal inicia aproximadamente diez cm proximales al carpo, envuelve a ambos tendones flexores en su recorrido por el surco carpiano y distalmente puede alcanzar hasta el tercio medio de la región metacarpiana (Sandoval, 1998; Martínez, 2005).

La vaina digital que se origina en la región metacarpiana/metatarsiana distal, cinco centímetros aproximadamente de a articulación del menudillo y se extiende hasta la mitad de la falange media (Kainer and Dee, 2011; König and Liebich, 2012).

Tendón flexor digital superficial

El tendón flexor digital superficial (TFDS) se localiza debajo de la piel y la fascia subcutánea a lo largo de la región metacarpiana/metatarsiana y dorsalmente se encuentra el tendón flexor digital profundo (Kainer and Dee, 2011). Su función es la flexión del dedo y ayuda a estabilizar la articulación metacarpo/metatarsifalángica (Lusi and Davies, 2018). En el miembro pélvico, además, ayuda en la extensión del corvejón y en la flexión de la babilla como parte del sistema recíproco (Kainer and Dee, 2011).

En el miembro torácico el TFDS es una extensión del músculo flexor digital superficial al nivel del carpo y su origen es el epicóndilo medial del húmero (Figura 14A). Al nivel de carpo, el tendón se une con su ligamento accesorio también llamado de control superior, que proviene del borde medial y distal del radio (Martínez, 2005). El tendón desciende sobre la superficie caudal del miembro, atraviesa el canal carpiano hasta la región metacarpiana. El TFDS y el tendón flexor digital profundo pasan dentro de la vaina carpiana. En la región metacarpiana el tendón desciende y proximal a la articulación metacarpofalángica, el TFDS toma

forma de anillo llamado “manica flexora” y envuelve al TFDP, por lo anterior también lo han nombrado tendón perforado (Martínez, 2005; Lusi and Davies, 2018). En la región metacarpiana distal y hasta el nivel de la falange media, el TFDS y el tendón flexor digital profundo pasan por la vaina digital. En la mitad proximal de la primera falange el TFDS se divide en dos ramas, éstas se insertan en las eminencias lateral y medial de la falange media y una minoría de fibras también se insertan en la cara lateral de la falange proximal (Kainer and Dee, 2011).

En el miembro pélvico el TFDS es similar, sin embargo, el origen del músculo es en la fosa supracondílea del fémur (Figura 14B), el tendón surge en la región proximal y medial de la tibia, a la altura del corvejón se ensancha al pasar por la bursa del calcáneo. Distal al calcáneo, el TFDS desciende sobre la región metatarsiana hasta su punto de inserción en la falange proximal y media (König and Liebich 2012; Williams, 2014).

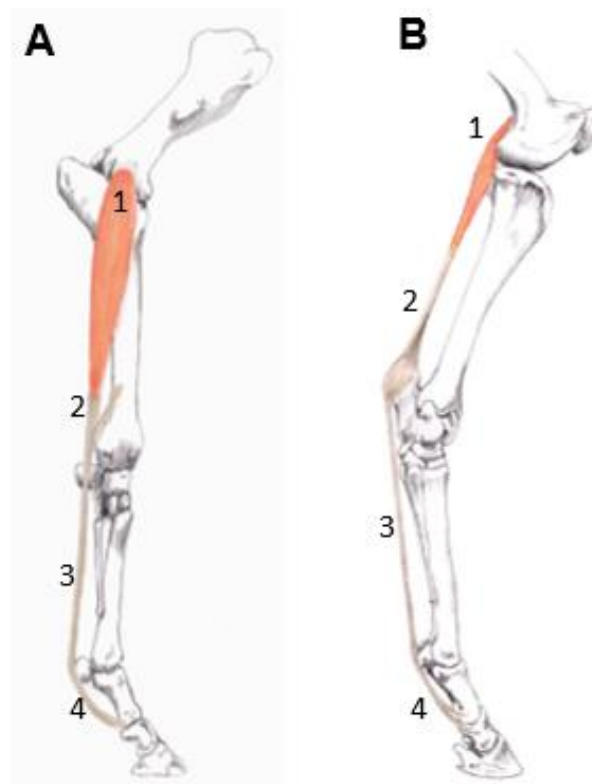


Figura 14. Representación del músculo flexor digital superficial y su tendón. **A)** TFDS en el miembro torácico. **B)** TFDS en el miembro pélvico. 1- Origen del músculo, 2- Tendón del músculo flexor digital superficial, 3- TFDS a la altura de la región metacarpiana/metatarsiana y 4- Inserción del TFDS (Modificado de Williams, 2014).

Tendón flexor digital profundo

El tendón del músculo flexor digital profundo (TFDP) se encuentra en la región metacarpiana, dorsal y proximal a él se encuentra su ligamento accesorio y posterior el LSM y palmar/plantarmente se encuentra el TDFS. Su función es la flexión de la falange distal (König and Liebich, 2012).

En el miembro torácico proviene de los vientres musculares del músculo flexor digital profundo que están en el epicóndilo medial del húmero y las superficies caudales del radio y la ulna (Figura 15A) (Martínez, 2005, König and Liebich, 2012; Williams, 2014; Lusi and Davies, 2018), y continúa hacia distal por la superficie flexora de los huesos del carpo. El tendón pasa por la vaina carpiana, a través del canal carpiano. En la región metacarpiana proximal, el tendón es reforzado por su ligamento accesorio (Kainer and Dee, 2011; Lusi and Davies, 2018). En la articulación metacarpofalángica el TFDP pasa a través de la manica flexora y sobre el surco sesamoideo, debido a lo anterior es llamado tendón perforante. En la región media de la falange proximal, el TFDP se extiende entre las ramas del TDFS y sobre la superficie flexora del hueso sesamoideo distal o hueso navicular para insertarse en la superficie flexora de la falange distal (Kainer and Dee, 2011; König and Liebich, 2012; Lusi and Davies, 2018).

En el miembro pélvico el músculo tiene su origen de los tres vientres musculares localizados entre superficie posterior de la tibia y fibula que son: el músculo flexor digital lateral, el músculo *tibialis caudalis* y el músculo flexor digital medial (Figura 15B). Distal al tarso el tendón inicia y se dirige sobre la superficie plantar de la región metatarsiana (König and Liebich, 2012; Williams, 2014), en el tercio proximal de la región metatarsiana puede estar o no presente su ligamento accesorio (Muyllé *et al.*, 2009). Continúa su trayecto hacia distal como en los miembros torácicos.

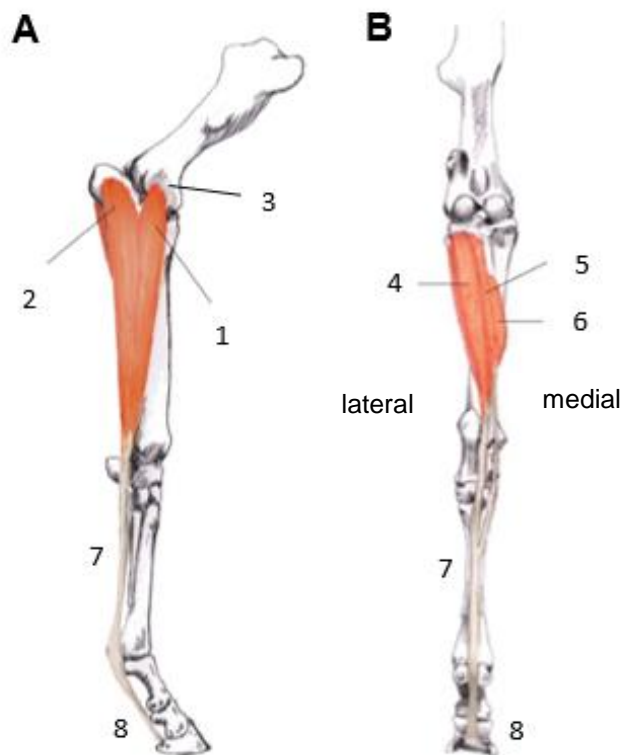


Figura 15. Representación del músculo flexor digital profundo y su tendón. **A)** Vista lateral del TFDP en el miembro torácico; **B)** Vista caudal y plantar del TFDP en el miembro pélvico, 1- Superficie caudal del radio, 2-Superficie caudal de la ulna, 3- Epicóndilo medial del húmero, 4- Músculo flexor digital lateral, 5- Músculo tibialis cranialis, 6- Músculo flexor digital medial, 7- TFDP en la región metacarpiana/metatarsiana y 8- Inserción del TFDP en la superficie flexora de la falange distal (Modificado de Williams, 2014).

Tendón extensor digital común

El tendón extensor digital común se encuentra en el miembro torácico junto con el tendón extensor digital lateral, surge de los músculos que se encuentran en la región dorsolateral del antebrazo (Figura 16A). Su función es la extensión del carpo y del dígito (König and Liebich, 2012; Williams, 2014).

Su origen es el músculo extensor digital común en el epicóndilo lateral del húmero, desciende sobre la superficie dorsolateral del carpo, continua distalmente sobre la superficie dorsal metacarpiana algunas fibras del LSM se unen al tendón extensor digital común antes de su inserción en el proceso extensor o proceso piramidal de

la falange distal. Una minoría de fibras del tendón flexor digital común se insertan en la falange media (Getty *et al.*, 2005; Barone, 2010; Kainer and Dee, 2011).

Tendón extensor digital largo

El tendón del músculo extensor digital largo se encuentra en el miembro pélvico y su función es la de flexionar el tarso y la extensión del dígito. Se origina en la fosa extensora del fémur y desciende por el aspecto dorsolateral al tarso y el metatarso (Schultz, 2004; König and Liebich, 2012). En el tercio proximal del tercer hueso metatarsiano se une con el tendón extensor digital lateral, sigue su curso hacia distal y a la altura de la falange proximal algunas fibras del LSM se unen al tendón extensor digital largo antes de su inserción en el proceso extensor o apófisis piramidal de la falange distal (Figura 16B) (König and Liebich, 2012).

Tendón extensor digital lateral

El tendón extensor digital lateral se localiza tanto en miembro torácico como en el pélvico. Su función es la extensión de articulación metacarpo falángica, la extensión de los carpos en el miembro torácico y es auxiliar en la flexión del corvejón en los miembros pélvicos (Getty *et al.*, 2005; Lusi and Davies, 2018).

En el miembro torácico proviene del músculo extensor digital lateral con origen en la tuberosidad lateral del radio y del ligamento lateral de la articulación del codo, caudal al tendón extensor digital común, se extiende distalmente lateral al tendón extensor digital común, desciende dorsolateralmente sobre el tercer hueso metacarpiano, a la altura del menudillo el tendón se cruza y se inserta en el aspecto dorsolateral de la primera falange (Getty *et al.*, 2005; Lusi and Davies, 2018).

En el miembro pélvico su origen es en el tercio proximal de la fíbula y del ligamento colateral lateral de la babilla, desciende sobre el maléolo lateral del corvejón, está fijado por los retináculos proximales y distales localizados en el tarso, sobre la superficie lateral distal del tarso y en el tercio proximal de la región metatarsiana se

une con el tendón extensor digital largo (Figura 16B) (König and Liebich, 2012; Perilla, 2013).

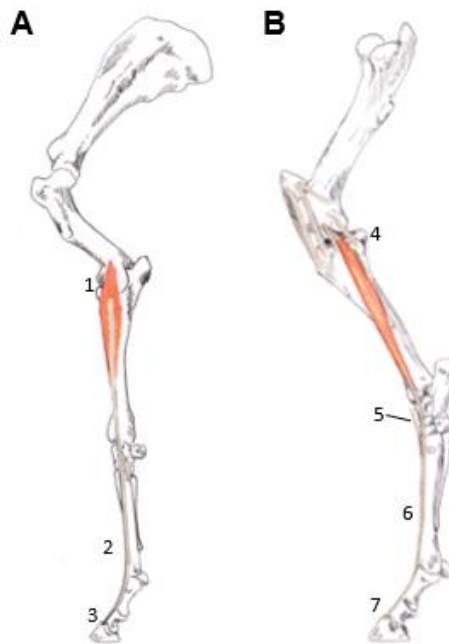


Figura 16. **A)** Representación del tendón del músculo extensor digital común: 1- Origen del músculo extensor digital común en el epicóndilo lateral del húmero, 2- Tendón extensor digital común a la altura de la región metacarpiana, 3- Inserción del tendón flexor digital común en el proceso extensor de la falange distal. **B)** Representación del origen del tendón extensor digital lateral en el miembro pélvico 4-Origen del músculo extensor digital lateral del tercio proximal de la fíbula y del ligamento colateral lateral de la babilla, 5- Tendón extensor digital lateral se une al tendón extensor digital largo, 6- Tendón extensor digital largo a nivel de la región metatarsiana y 7- Inserción del tendón extensor digital largo en el proceso extensor de la falange distal (Modificado de Williams, 2014).

Músculo extensor digital triangular/corto/breve

El músculo extensor digital triangular, corto o breve es un músculo pequeño y se encuentra entre el ángulo formado por los tendones extensores del miembro pélvico, el largo y el lateral (Figura 17). El músculo extensor digital corto se origina en el ligamento colateral lateral del tarso, el tendón *peroneo tertius* y el *retinaculum* extensor medio, y se inserta en los dos tendones extensores digitales. Su función es actuar como extensor corto, contribuyendo junto con el tendón extensor digital largo (Getty *et al.*, 2005; Kainer and Dee, 2011).



- 1- Tercer hueso metatarsiano
- 2- Tercio medio del cuarto hueso metatarsiano
- 2a- Tercio proximal del cuarto hueso metatarsiano
- 2b- Extremo distal
- 3- Unión entre el tercero y cuarto huesos metatarsianos
- 4- Tendón extensor digital largo
- 5- Tendón extensor digital lateral
- 6- Músculo extensor digital corto/triangular/breve
- 7- Tendón extensor digital largo
- 8- *Retinaculum* extensor distal o metatarsiano
- 9- Tendón flexor digital superficial
- 9a- *Manica* flexora
- 10- Tendón flexor digital profundo
- 11- Bifurcación del ligamento suspensor del menudillo
- 12- Ligamento anular plantar

Figura 17. Aspecto lateral del miembro pélvico, se señalan estructuras pertenecientes a la región metatarsiana (Tomado de Denoix, 2019).

1.4 Retináculos

Los retináculos son bandas fibrosas que se localizan alrededor de los tendones y su función es sostener y estabilizar al tendón durante la flexión o la extensión (Clínica Universidad de Navarra, s.f.). En la región metacarpiana y metatarsiana proximal existen retináculos flexores y extensores como son: el *retinaculum flexorum* que va del segundo al cuarto hueso metacarpianos o metatarsianos y es adyacente al aspecto proximal del LSM (Figura 3) (López, 2017; Denoix, 2019). En el miembro pélvico se encuentra el *retinaculum* extensor distal o metatarsiano que sujeta a los tendones extensores (Figura 17) (Kainer and Dee, 2011; Denoix, 2019).

1.5 Fascias

En la región metacarpiana y metatarsiana hay una fascia superficial y una profunda, las cuales provienen de la parte proximal del miembro y llegan hasta el dígito (Jackson *et al.*, 2005; Lusi and Davies, 2018). La fascia superficial se puede separar bajo la piel, su función es el aislamiento de los tejidos, soporte y deslizamiento de los tejidos de la región. La fascia profunda dirige y distribuye la tensión de la región (Lusi and Davies, 2018). La fusión de las fascias se da en la superficie dorsolateral del metacarpo/metatarso (Figura 18). Cuando la fascia recubre a los tendones en la región proximal del tercer hueso metacarpiano/metatarsiano y se extiende entre el segundo y cuarto huesos metacarpianos/ metatarsianos, se le conoce como fascia metacarpiana/metatarsiana palmar/plantar (19A) (Jackson and Auer, 2019).

Además, hay una estructura en forma de banda y que es similar a un ligamento se extiende distalmente desde el extremo distal de los pequeños huesos metacarpianos/metatarsianos hacia la cara lateral y medial de los cóndilos de del tercer hueso metacarpiano y metatarsiano (Figura 19B) (Jackson and Auer, 2019).

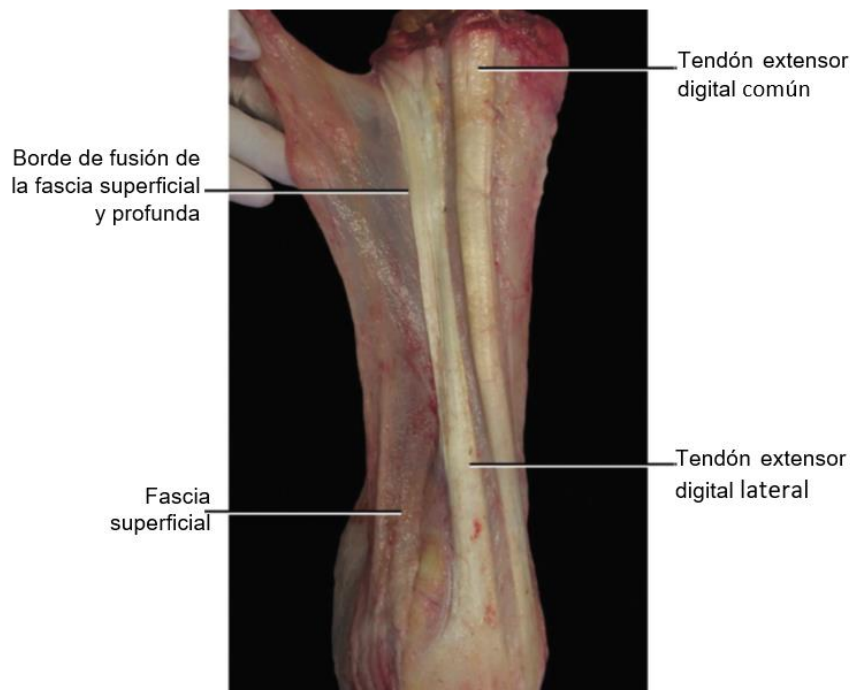


Figura 18. Región metacarpiana que muestra la fusión de la fascia superficial y profunda a lo largo del borde lateral del tendón extensor digital lateral (Tomado de Lusi and Davies, 2018).

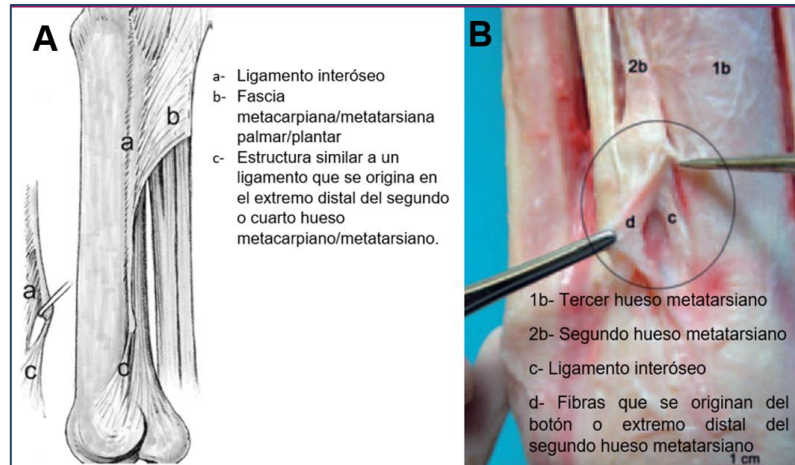


Figura 19. **A)** Esquema que muestra la fascia metacarpiana/metatarsiana palmar/plantar y el pequeño ligamento que se origina en el extremo distal del segundo o cuarto hueso metacarpiano/metatarsiano (Tomado de Jackson and Auer, 2019). **B)** Área metatarsiana distal vista medial que señala el pequeño ligamento que se origina en el extremo distal del segundo o cuarto hueso metacarpiano/metatarsiano y se inserta en el cóndilo lateral/medial del tercer hueso metacarpiano/metatarsiano (Jackson *et al.*, 2005).

1.6 Irrigación

En el miembro torácico la irrigación de la región metacarpiana proviene de la arteria radial y mediana (Figura 20) (Godoy and Oddoy, 1995; Kainer and Dee, 2011; Wright and Nixon, 2020).

La terminación de la arteria radial atraviesa el LSM (Figura 24) y se une a la rama palmar de la arteria mediana y se origina el arco palmar profundo proximal, de aquí se originan las arterias metacarpianas palmares medial y lateral, éstas suministran a la superficie palmar de la región metacarpiana (Kainer and Dee, 2011; Wright and Nixon, 2020). Hay una rama de la arteria palmar medial que se ramifica para unirse con la arteria radial y la arteria metacarpiana palmar medial. La arteria metacarpiana palmar medial suministra una arteria nutritiva al tercer hueso metacarpiano y en ocasiones se separa una arteria metacarpiana palmar media (Getty *et al.*, 2005; Wright and Nixon, 2020).

La irrigación de la superficie dorsal de la región metacarpiana está dada por pequeñas arterias metacarpianas dorsales lateral y medial éstas se originan de la

parte dorsal de los huesos del carpo y descienden por el tercer hueso metacarpiano (Kainer and Dee, 2011; Wright and Nixon, 2020).

Pequeñas ramas de las arterias metacarpianas palmar medial y lateral se extienden a través de espacios interóseos para unirse a las arterias metacarpianas dorsales medial y lateral. En el cuarto distal del tercer hueso metacarpiano, las arterias metacarpianas palmar medial y lateral se unen para formar el arco palmar profundo distal. Una rama de este arco a la arteria digital lateral se denomina arco palmar superficial. (Kainer and Dee, 2011).

El drenaje venoso de la región metacarpiana proviene de las venas digitales propias. La vena digital palmar medial asciende en la superficie palmaromedial del tercer hueso metacarpiano como vena metacarpiana medial llega a nivel del carpo y constituye la vena cefálica. La vena digital palmar lateral sube paralela a los tendones como vena metacarpiana lateral, penetra la vaina carpiana y hace anastomosis para formar el arco profundo proximal y continúa como venas ulnar y mediana. Por último está la vena metacarpiana palmar profunda que asciende por la superficie palmar bajo el LSM y termina en el arco palmar profundo proximal para continuar como la raíz de la vena mediana (König y Liebich, 2012).

Los patrones vasculares descritos anteriormente están sujetos a variaciones, pero no tienen importancia clínica (Kainer and Dee, 2011).

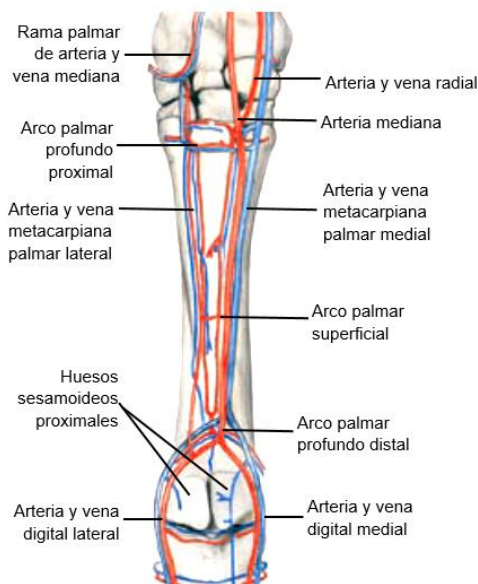


Figura 20. Esquema que muestra la irrigación y el drenaje venoso en el miembro torácico (Modificado de Budras *et al.*, 2011).

La irrigación y el drenaje venoso en el miembro pélvico (Figura 21) es por la arteria y vena safena que acompañan al tendón flexor digital profundo sobre el *sustentaculum* hacia el tercer hueso metatarsiano. Después se originan las arterias plantares medial y lateral, éstas a medida que entran en el metatarso dan origen a arcos arteriales y venosos plantares profundos proximal de los cuales se originan las arterias metatarsianas plantares medial y lateral que descienden hasta distal de la región metatarsiana (Budras *et al.*, 2011; Kainer and Dee, 2011). Cerca de la articulación del menudillo las arterias metatarsianas plantares medial y lateral se unen a las arterias digitales medial y lateral que resultan de la bifurcación de la arteria metatarsiana dorsal que llega a la superficie plantar del metatarso (Kainer and Dee, 2011).

Sobre la superficie dorsal desciende la arteria tibial craneal que da origen a la arteria pedal dorsal corta que a su vez desciende en una arteria metatarsiana dorsal, esta discurre en la superficie dorsolateral del tercer hueso metatarsiano (Budras *et al.*, 2011; Ross, 2011). Distalmente, la arteria pasa entre los huesos metatarsianos tercero y cuarto, continua como la rama perforante distal que envía ramas al arco plantar profundo distal y después divide en arterias digitales medial y lateral adyacentes a la cara plantar del tercer hueso metatarsiano en el distal cuarto del metatarso (Kainer and Dee, 2011).

El drenaje venoso es a través de la vena digital medial, en la articulación del menudillo se origina la vena digital común dorsal de la vena digital común dorsal o gran vena metatarsiana que asciende por la superficie dorsal del tercer hueso metatarsiano al corvejón donde continúa en la rama craneal de la vena safena (Kainer and Dee, 2011).

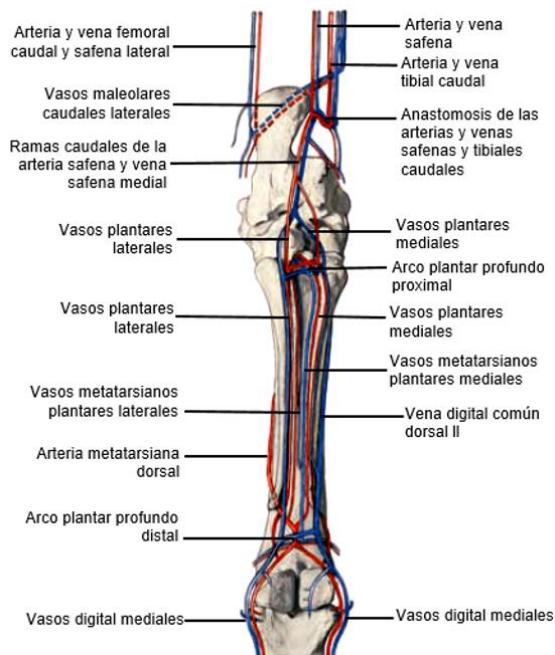


Figura 21. Esquema que muestra la irrigación y el drenaje venoso en el miembro pélvico (Modificado de Budras *et al.*, 2011).

1.7 Inervación

La inervación de la región dorsal metacarpiana está dada por el nervio antebraquial cutáneo medial y la rama dorsal del nervio ulnar (Figura 22 y 24) (Godot, 1991; Paul and Sack, 2003; Kainer and Dee, 2011). Las ramas dorsales del nervio ulnar irrigan la superficie lateral del hueso metacarpiano. Las ramas del nervio antebraquial cutáneo medial irrigan el aspecto medial y dorsal de la región metacarpiana con la gran rama dorsal que llega a la piel sobre el aspecto dorsomedial del menudillo (Kainer and Dee, 2011).

La inervación de la superficie palmar de la región metacarpiana proviene de fibras del nervio ulnar y mediano (Getty *et al.*, 2005; Guasco *et al.*, 2012), de donde se originan los nervios palmares medial y lateral, del nervio palmar lateral surge la rama profunda del nervio palmar lateral (Paul and Sack, 2003; Guasco *et al.*, 2012), donde en la región proximal del cuarto hueso metacarpiano perfora el LSM y se divide en los nervios metacarpianos palmares medial y lateral. Ambos nervios metacarpianos palmares descienden hacia distal junto con su arteria y vena entre el LSM y el TFDP (Kainer and Dee, 2011). En el tercio medio del tercer

metacarpiano, el nervio palmar medial separa una rama comunicante que forma un ángulo distolateral en la fascia subcutánea a través de los tendones digitales de los dedos para unir el nervio palmar lateral distal al centro del metacarpo. El nervio palmar medial no emite ramas cutáneas proximales a la rama comunicante (Kainer and Dee, 2011).

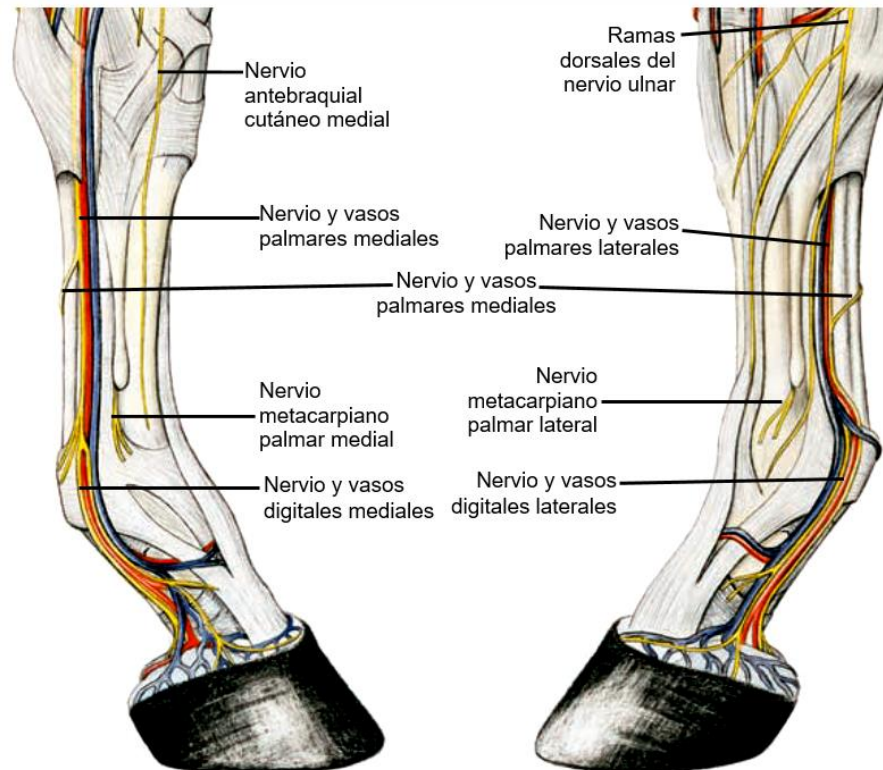


Figura 22. Esquema que muestra la inervación y algunos vasos de la región metacarpiana (Modificado de Budras *et al.*, 2011).

La inervación de la región metatarsiana es gracias a las ramas terminales de los nervios: peroneal, el tibial y el safeno (Figura 23 y 25) (Kainer and Dee, 2011). En la superficie dorsal, el nervio metatarsiano dorsal emerge bajo el borde medial del tendón extensor digital largo y se extiende oblicuamente entre el tendón y el segundo hueso metatarsiano para distribuirse distalmente de la misma manera que el nervio metatarsiano dorsal lateral (Kainer and Dee, 2011).

El nervio tibial inerva la superficie medial y plantar del tarso, metatarso y del menudillo (Paul and Sack, 2003; Godoy, 1991). Este nervio a nivel distal de la tibia se ramifica en dos ramas: el nervio plantar medial y nervio plantar lateral, el nervio plantar lateral en la porción distal de los huesos del tarso emerge la rama profunda

del nervio plantar lateral, ésta en la región proximal del tercer metatarsiana forma los nervios metatarsianos medial y lateral (Paul and Sack, 2003; Kainer and Dee, 2011). Alrededor del metatarso medio, el nervio plantar medial emite la rama comunicante que forma un ángulo laterodistal a través del tendón flexor digital superficial para unirse al nervio plantar lateral en el cuarto distal del metatarso, aunque puede estar ausente (Kainer and Dee, 2011).

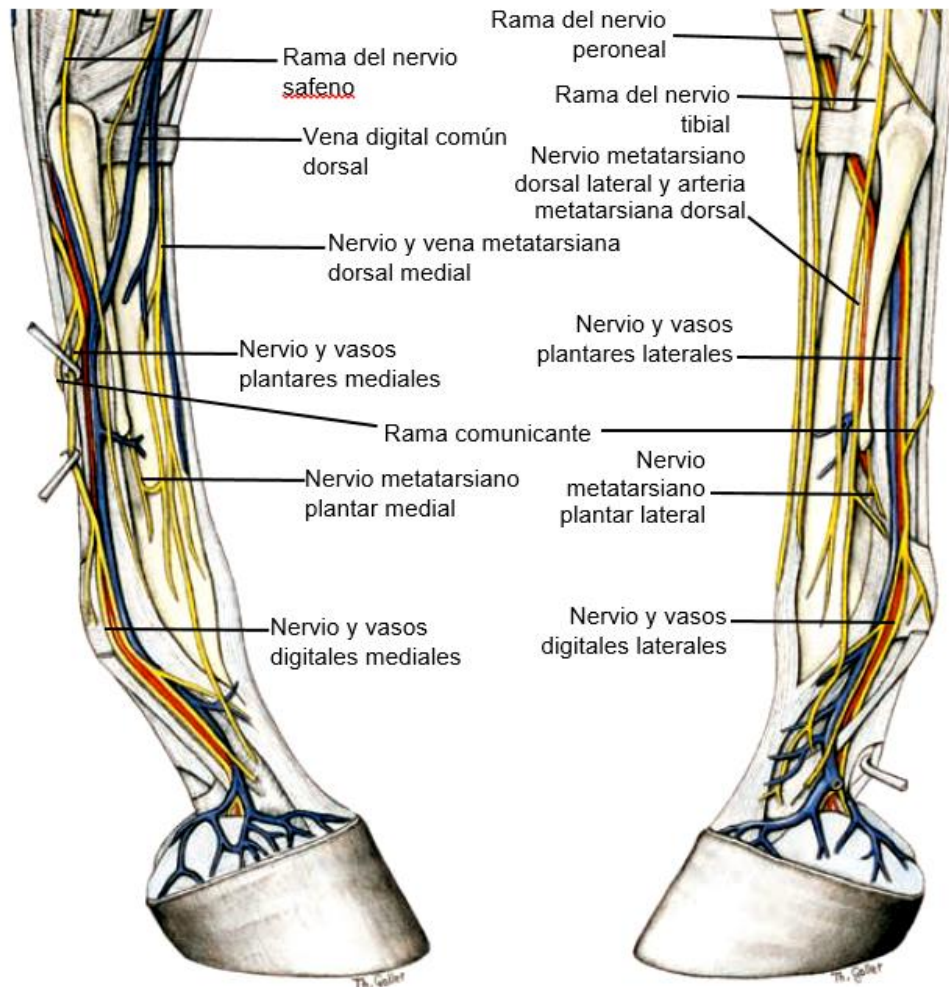


Figura 23. Esquema que muestra la inervación y algunos vasos de la región metatarsiana (Modificado de Budras *et al.*, 2011).

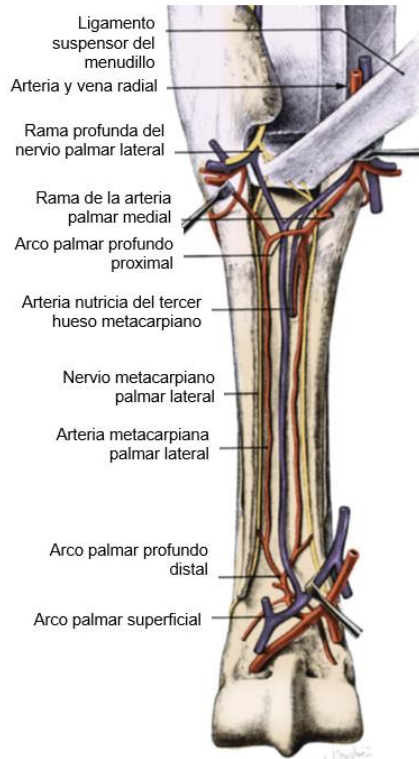


Figura 24. Esquema que muestra una disección profunda de los aspectos caudales de la región metacarpiana izquierda que muestra algunos vasos y nervios (Modificado de Kainer and Dee, 2011).

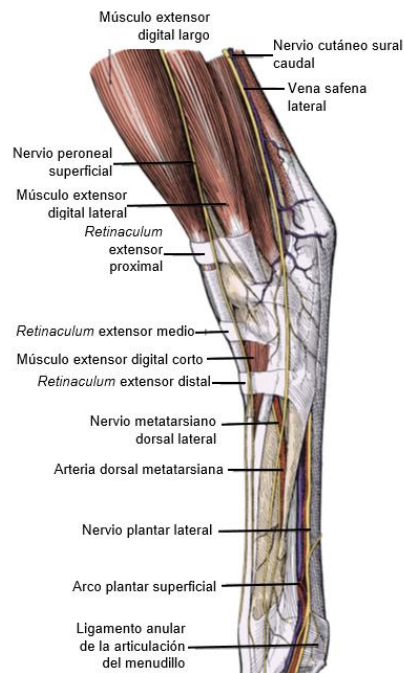


Figura 25. Esquema que muestra una vista lateral del tarso y de la región metatarsiana, señala algunos nervios y vasos de la región (Modificado de Kainer and Dee, 2011).

2 Examen clínico enfocado en la región metacarpiana y metatarsiana

La claudicación no es una enfermedad, es un signo de algún trastorno del aparato locomotor; se puede definir como una alteración de la marcha normal, debido a un desorden estructural o funcional en el aparato locomotor y puede ser evidente mientras el caballo se encuentra de pie o en movimiento (Maas, 2010; Baxter and Stashak, 2011; Ysusi, 2012; Rodríguez y López, 2012; González, 2018). Las claudicaciones con origen en la región metacarpiana o metatarsiana suceden en caballos de cualquier fin zootécnico, pero pueden tener una incidencia alta en caballos deportivos. Una gran parte de las claudicaciones con origen en la región metacarpiana y metatarsiana están relacionadas con la actividad que realiza un caballo en particular, y en otras ocasiones la claudicación sólo se evidencia cuando el caballo se encuentra sometido a una alta demanda locomotora (Prades y Carmona, s. f.).

Son varias las causas que pueden originar una claudicación en la región metacarpiana y metatarsiana, los pasos que deben llevarse a cabo para la identificación y la evaluación de una claudicación de este origen son: conocer la anatomía, comprender la locomoción del caballo, conocer la historia clínica del paciente, obtener la mayor información posible durante la anamnesis y realizar un exhaustivo examen clínico del aparato locomotor, enfocado en la región metacarpiana/metatarsiana. Toda la información anterior es con el fin de obtener una lista con los diagnósticos diferenciales, y con ayuda de otras pruebas de diagnóstico nos puedan orientar a un diagnóstico presuntivo para dar un tratamiento oportuno y un pronóstico particular (Dyson, 2011; Kaneps, 2014; González, 2018).

2.1 Identificación y Reseña

El primer paso consiste en la identificación y la reseña del paciente que incluye la información básica del equino. En ocasiones esta información nos puede orientar a la presentación de ciertas lesiones (Cuadro 1) (Denoix 1994; Ross 2011; Baxter and Stashak, 2011; Rodríguez y López; 2012; Kaneps, 2014; Ysusi, 2012; Brejov, 2016; González, 2018; Prades y Carmona s.f.).

Identificación y reseña del paciente	
<ul style="list-style-type: none"> • Nombre del propietario, dirección y teléfono • Nombre del caballo • Número de identificación • Raza • Edad • Sexo • Función zootécnica 	<ul style="list-style-type: none"> • Capa • Señas particulares • Tipo de alimentación • Entrenamiento y descanso • Medicina Preventiva • Observaciones

Cuadro 1. Datos de la reseña del paciente.

2.2 Anamnesis

El siguiente paso es la anamnesis, que consiste en la recolección exhaustiva de información, ya que muchos de los datos que se obtienen pueden desempeñar un papel importante en el diagnóstico de las lesiones en la región metacarpiana o metatarsiana. La anamnesis se lleva a cabo mediante preguntas concretas que se deben de realizar a las personas que se relacionan directamente con el equino incluyendo el propietario, caballerango, entrenador, jinete, herrero, y deben recabar, como mínimo la siguiente información (Denoix, 1994; Maas, 2010; Pusey *et al.*, 2010; Ross, 2011; Baxter and Stashak, 2011; Rodríguez y López, 2012; Ysusi, 2012; Kaneps, 2014; Brejov, 2016, Burba, 2018; González, 2018; Padres y Carmona s.f.):

- La duración de la claudicación; para determinar si se trata de un padecimiento agudo o crónico.
- El patrón de la claudicación; para saber si mejora o empeora con el ejercicio, si es continua o intermitente, si está relacionada con el tipo de piso sobre el que se ejercita, si hay algún tipo de actividad o movimiento en particular en que la claudicación sea más evidente, si tropieza durante el trabajo, etc.
- La causa posible o sospecha de la claudicación.
- La historia de otras afecciones musculoesqueléticas o sistémicas.
- El ambiente en el que vive o trabaja el paciente; si es húmedo o seco, si es piso duro o blando, etc.

- Los tratamientos aplicados y respuesta a los mismos; ya que pueden enmascarar signos, alterar la severidad de la lesión e influir en el tratamiento y el pronóstico.
- La fecha del último herraje; las alteraciones del casco que se hubieran observado durante el mismo, y si hubo alguna relación entre el herraje y las primeras manifestaciones de dolor.

Con base en la información obtenida, el clínico debe formular preguntas más específicas y orientadas en las lesiones de las cuales se sospeche. Una vez completada la anamnesis y antes de preceder al examen del aparato locomotor, es recomendable realizar un examen físico general con la finalidad de descartar algún proceso patológico en otros aparatos o sistemas del organismo que pudieran relacionarse o ser la causa de claudicación (Jardón y Jiménez, 2011; Rodríguez y López, 2012; Padres y Carmona, s.f.).

2.3 Examen clínico del aparato locomotor

El examen clínico del aparato locomotor se debe realizar en orden paso a paso para poder determinar cuál es el miembro o los miembros afectados. Los pasos que se deben llevar a cabo son los siguientes: inspección en estática, palpación en estática, inspección en dinámica y palpación en dinámica (Denoix, 1994; Ross, 2011; Baxter and Stashak, 2011; Ysusi, 2012; Rodríguez y López, 2012; Mair *et al.*, 2013; Kaneps, 2014).

2.4 Inspección en estática

El objetivo de la inspección en estática es detectar alguna deformación de la anatomía superficial de los miembros del equino, ya que en la mayoría de las ocasiones la deformidad es indicativa de la estructura implicada (Denoix, 1994; Pusey *et al.*, 2010).

Una inspección cuidadosa debe realizarse con el caballo en estación, sobre una superficie plana (Baxter and Stashak, 2011). Se observa al equino desde todos los ángulos, primero a cierta distancia y después de cerca. A distancia se evalúa el estado físico, el tipo de conformación y los aplomos; además, es importante observar la actitud del equino, por ejemplo, flexionar o apuntar continuamente uno de los

miembros es un signo inequívoco de dolor. De cerca, se examina en detalle cada miembro, comparándolo con su opuesto, evaluando la forma, integridad y condición de los cascos, determinando si existe engrosamiento de las articulaciones y los tendones, inflamación o atrofia muscular, heridas, entre otros (Maas, 2010; Ross, 2011; Baxter and Stashak, 2011; Ross and McIlwraith, 2011; Rodríguez y López, 2012; Mair *et al.*, 2013; Kaneps, 2014; Brejov, 2016; McIlwraith *et al.*, 2016).

Como se mencionó anteriormente durante la inspección en estática debemos de evaluar los aplomos del equino (Baxter *et al.*, 2011), ya que en ocasiones las deformidades en los aplomos pueden predisponer a lesiones o puede influenciar negativamente una lesión en la región metacarpiana o metatarsiana.

Deformidades craneocaudales y dorsopalmares en el miembro torácico

Los caballos plantados de adelante tienen un paso más corto, el pie se apoya más sobre los talones y provoca mayor tensión en el tendón flexor digital profundo y disminuye la tensión del LSM y el TFDS (Figura 26) (De la Puente, 1990; Denoix, 1994; Baxter *et al.*, 2011; Peña, 2011).

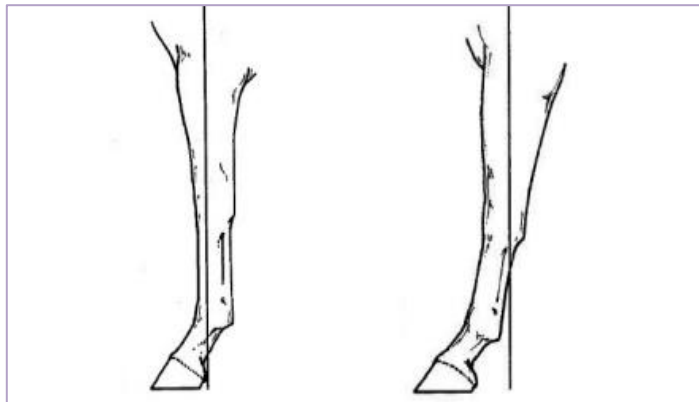


Figura 26. Aplomo correcto y caballo plantado de adelante (Tomado de Hill and Klimesh, 2000).

En caballos remetidos de adelante (Figura 27) se puede provocar una sobrecarga tendinosa en los tendones extensores. Los caballos suelen tropezarse con facilidad (De la Puente, 1990). Este aplomo puede ser causa de una altura excesiva de los talones, lo que puede inducir una relajación del TFDP y tensión mayor en el LSM y en el TFDS (Denoix, 1994; Peña, 2011).

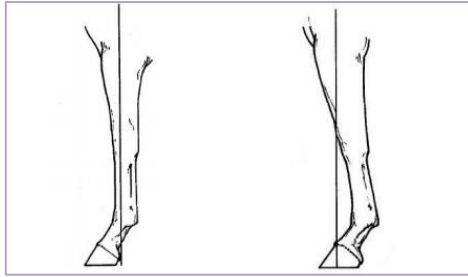


Figura 27. Aplomo correcto y caballo remetido de delante (Tomado de Hill and Klimesh, 2000).

En caballos cortados de rodillas por delante (Figura 28), se observa como un escalón dorsal o un corte sobre la articulación carpometacarpiana. Se cree que es originada por debilidad de los tejidos blandos o a consecuencia de una enfermedad ortopédica del desarrollo, debido a una incongruencia en los huesos de la fila distal del carpo y los huesos de la caña, o tiene que ver con inflamaciones y engrosamientos de los tejidos blandos dorsales al carpo u osteoartritis carpometacarpiana (Peña, 2011).

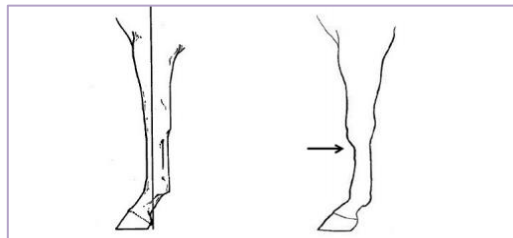


Figura 28. Aplomos correcto y cortado de rodillas por delante (Tomado de Hill and Klimesh, 2000).

Un caballo cortado de rodillas por detrás, tendones degollados o atado debajo de la rodilla (Figura 29), se puede observar que los tendones flexores parecen estar muy cerca de los metacarpianos justo debajo del carpo, se observa un escalón y se asocia a flacidez o debilidad de los tendones flexores (Peña 2011; Ross and McIlwraith, 2011).

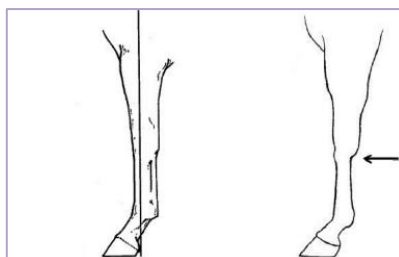


Figura 29. Aplomos correcto y cortado de rodillas por detrás (Tomado de Hill and Klimesh, 2000).

En un caballo corvo, bracicorto, emballestado o rodilla de cabra (Figura 30) se puede observar que los carpos quedan por delante a la perpendicular que divide a la mitad el antebrazo, el carpo, el metacarpo y el menudillo; aquí los tendones extensores de la región metacarpiana se someten a mayor tensión (Oteiza, 1983; Peña, 2011).

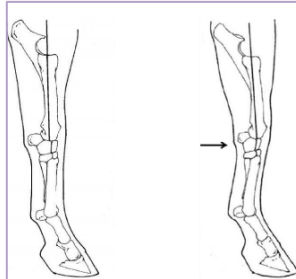


Figura 30. Carpo normal y carpo corvo (Tomado de Hill and Klimesh, 2000).

En un caballo trascorvo, de rodilla cóncava o rodilla de buey (Figura 31), se puede observar una desviación palmar en los carpos, o en un caballo excesivamente bajo de talones, como consecuencia del exceso de tensión que se produce en los tendones del carpo y hay una relajación recíproca en el tendón flexor digital superficial, y adquirir el defecto trascorvo (Oteiza, 1983; Peña, 2011).

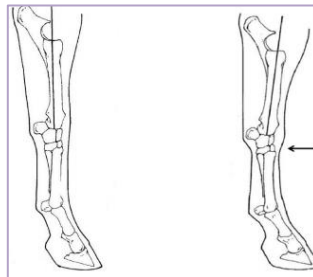


Figura 31. Carpo normal y trascorvo (Tomado de Hill and Klimesh, 2000).

Deformidades craneocaudales y dorsoplantares en el miembro pélvico

Los caballos plantados de atrás su región metatarsiana se encuentra por detrás de la vertical por lo que aumenta la tensión de los tendones extensores y por lo contrario en caballos remetidos de atrás región metatarsiana (Figura 32) se encuentra por delante de la vertical esto aumentando la presión de los tendones flexores (De la Puente, 1990; Peña, 2011).

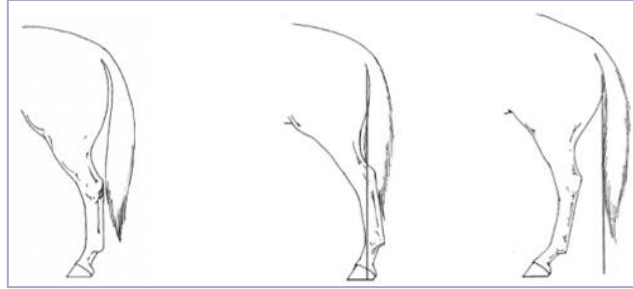


Figura 32. Aplomo normal, plantado de atrás y remetido de atrás (Modificado de Hill and Klimesh, 2000).

Los caballos rectos de corvejones (Figura 33), el ángulo que posee el corvejón es más grande y la babilla también se encuentra en extensión, lo que puede predisponer a desmitis proximal del LSM (Dyson, 2000; Peña, 2011).

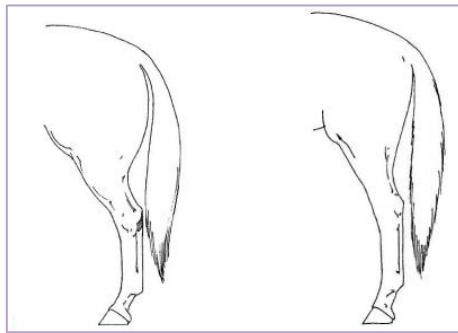


Figura 33. Aplomos normal y recto de corvejones (Tomado de Hill and Klimesh, 2000).

Por lo contrario un caballo sentado de corvejones (Figura 34), el ángulo tibio-metatarsiano es inferior a 53° , y puede producir una sobrecarga en los tendones flexores (Peña, 2011).

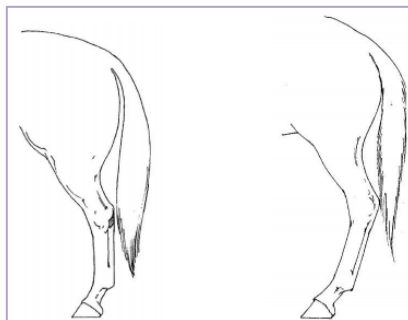


Figura 34. Aplomos normal y sentado de corvejones (Tomado de Hill and Klimesh, 2000).

Deformidades lateromediales del miembro torácico

En caballos abiertos de adelante (Figura 35) la distancia entre las líneas centrales en las pinzas del casco es mayor que la distancia entre el centro de las articulaciones del hombro. En este caso, todo el miembro se encuentra por fuera de la línea del aplomo y hay una sobrecarga ósea en la parte medial y una hiperextensión ligamentosa en el lado lateral; por esto el caballo puede estar predispuesto a desarrollar exostosis en el segundo hueso metacarpiano y desmitis de su ligamento interóseo. En los caballos cerrados de adelante (Figura 35) sucede lo contrario al caso anterior (Baxter *et al.*, 2011; Peña, 2011; Oteiza, 1983; De la Puente, 1990); en este caso el cuarto hueso metacarpiano se expone a un mayor estrés (Peña, 2011).

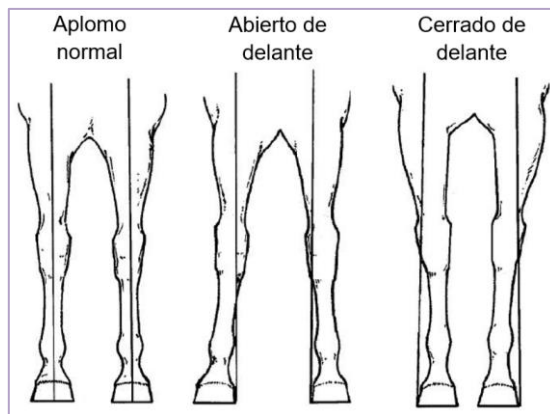


Figura 35. Aplomo normal, abierto y cerrado de adelante (Tomado de Hill and Klimesh, 2000)

En un caballo con desviación lateral del carpo, también llamado varo carpiano y, abierto o hueco de rodillas (Figura 36) (De la Puente, 1990; Baxter and Stashak, 2020), aumenta la tensión en la superficie lateral del carpo y la compresión de la superficie medial, el eje de sustentación pasa por la parte medial y sobrecarga las estructuras de la zona como el segundo hueso metacarpiano (Peña, 2011). Los caballos cerrados de rodillas o con carpo valgo tienen desviación angular medial del carpo (Figura 37), hay una desviación medial del extremo distal del radio y la subsiguiente compensación lateral de la región metacarpiana que llevan a una desviación en valgo, además de un alineamiento incorrecto de los huesos carpianos

y de los pequeños metacarpianos (De la Puente, 1990; Baxter *et al.*, 2011; Peña, 2011). Un caballo cortado de rodillas por dentro (Figura 36) es una conformación en la cual el tercer hueso metacarpiano se desplaza hacia lateral y no sigue una línea recta hacia abajo desde el radio cuando se observa desde el frente: aumenta la carga de peso sobre el segundo hueso metacarpiano, aumenta la tensión del ligamento interóseo medial e incrementa el riesgo de una exostosis (Peña, 2011; Baxter and Stashak, 2020), además de estar propenso a fracturas de los segundos metacarpianos debido a interferencia que se producen en los miembros torácicos por la conformación (Ray and Baxter, 1995).

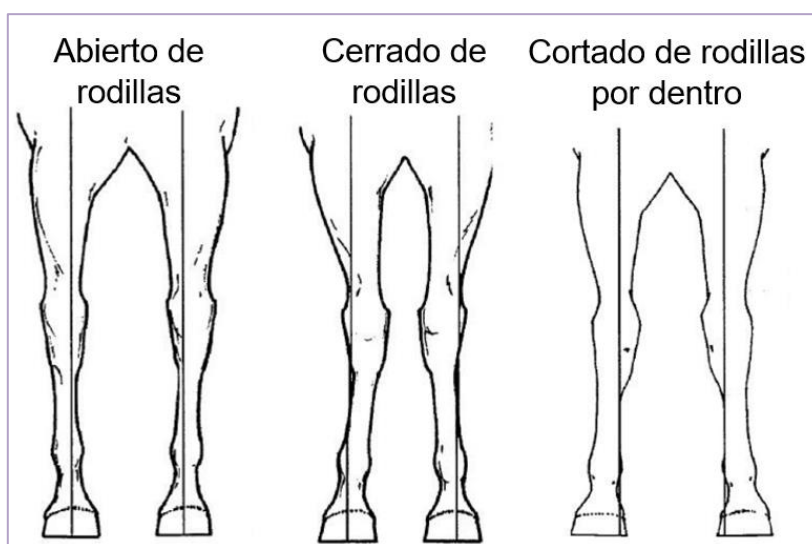


Figura 36. Aplomo abierto de rodillas, cerrado de rodillas y cortado de rodillas por dentro (Tomado de Baxter and Stashak, 2020).

Deformidades lateromediales en el miembro pélvico

Cuando los miembros posteriores se desvían en dirección medial vistos desde atrás del caballo se conoce como cerrado de atrás (Figura 37); esta conformación predispone a la aparición de sobrecargas articulares especialmente en los lados laterales y en la región metatarsiana y el menudillo. Por el contrario, en los caballos abiertos de atrás (Figura 37), las líneas de referencia del aplomo quedan mediales a los miembros; con este aplomo las estructuras óseas mediales del miembro como el hueso central, tercer hueso tarsiano y el segundo hueso metatarsiano están en sobrecarga (Agüera y Sandoval, 1999b; Peña, 2011).

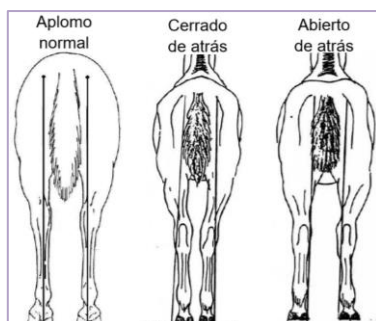


Figura 37. Aplomo normal (Tomado de Hill and Klimesh, 2000), cerrado de atrás y abierto de atrás (Tomado de Peña, 2011).

Un caballo cerrado de corvejones o con corvejones de vaca (Figura 38) se puede observar de forma común en potros inmaduros o en enfermedades ortopédicas del desarrollo. Visto desde atrás las puntas de los corvejones quedan por dentro de la línea de aplomo y cerca entre sí, por lo que comúnmente se denominan corvejones en equis (De la Puente, 1990; Agüera y Sandoval, 1999b); en este caso hay una sobrecarga de la parte medial del tarso y del metatarso (Peña, 2011). El abierto o hueco de corvejones (Figura 38) se puede observar en potros inmaduros, pero es más frecuente que sea una consecuencia de una enfermedad ortopédica del desarrollo, las puntas de los corvejones quedan muy separadas entre sí (Peña, 2011). Dado el desequilibrio que se genera, los metatarsos son oblicuos y el apoyo de la pinza del casco se orienta en dirección medial (Agüera y Sandoval, 1999b; Peña, 2011).

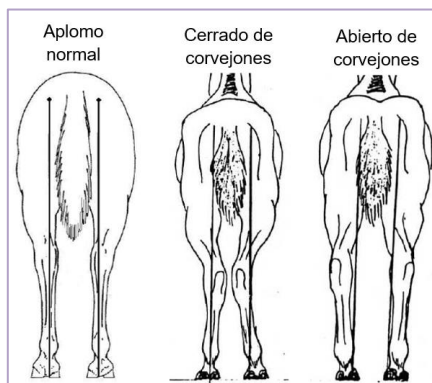


Figura 38. Aplomo normal (Tomado de Hill and Klimesh, 2000), cerrado de atrás y abierto de atrás (Tomado de Peña, 2011).

Deformidades rotacionales de los miembros torácico y pélvico

Un caballo izquierdo (Figura 39) se caracteriza por una rotación hacia lateral de los miembros, que puede ser unilateral o bilateral. Los caballos izquierdos reciben gran estrés sobre el lado medial de sus miembros, pueden estar propensos a fracturas del segundo hueso metacarpiano/metatarsiano o exostosis en la superficie dorsal de la caña (Oteiza, 1983; De la Puente, 1990; Peña, 2011).

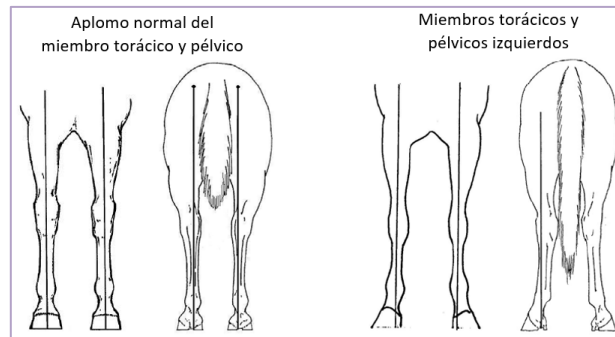


Figura 39. Aplomo normal del caballo y caballos izquierdos (Tomado de la Peña, 2011).

La rotación hacia medial del miembro se le llama caballo estevado y puede desarrollarse en uno o ambos miembros (Figura 40). El lado lateral de los miembros se somete a mayor carga y pueden desarrollar fractura del cuarto hueso metacarpiano o metatarsiano y desmitis en sus ligamentos interóseos (Oteiza, 1983; De la Puente, 1990; Peña, 2011).

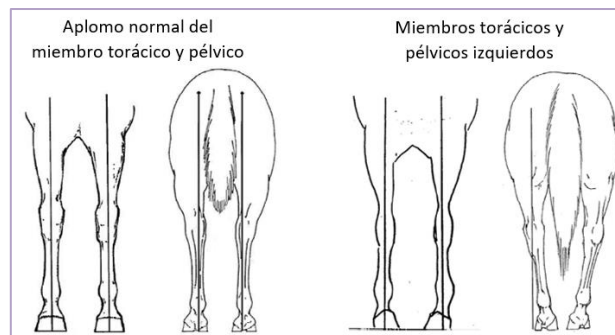


Figura 40. Aplomo normal del caballo y caballos estevados (Tomado de la Peña, 2011).

Además de los aplomos es imprescindible observar y comparar la región metacarpiana en los miembros torácicos y, la región metatarsiana en los miembros pélvicos. En este punto es importante la identificación de lesiones especialmente en tejidos blandos como tendones y ligamentos, ya que este tipo de lesiones generalmente producen aumento de volumen (Ross, 2011; Baxter and Stashak, 2011; Rodríguez y López, 2012; Mair *et al.*, 2013; Kaneps, 2014; González, 2018). También se puede observar heridas, que orientan el diagnóstico a laceraciones de tendones. En caso de fracturas se puede ver la deformidad del miembro. Aumentos de volumen en la parte medial o lateral de la región metacarpiana y metatarsiana, puede sugerir exostosis o fracturas del segundo o cuarto hueso metacarpiano/metatarsiano, etc.

2.5 Palpación en estática

Una vez realizada la inspección en estática se prosigue con las estructuras óseas y tejidos blandos relacionados a la región; en busca de calor, dolor, aumento de volumen, consistencia, tensión, edema, cicatrices, heridas, crepitación, entre otros. Es importante comparar con el miembro opuesto por si existe duda con respecto a la sensibilidad a la palpación (Pusey *et al.*, 2010; Ross, 2011; Baxter and Stashak 2011; Stashak, 2013; Kaneps, 2014; McIlwraith *et al.*, 2016; González, 2018).

En la región metacarpiana y metatarsiana se deben palpar todas las estructuras primero con el miembro soportando peso y después con el miembro elevado.

Se inicia con la palpación de la superficie dorsal de la región metacarpiana/metatarsiana (Figura 41), esta es un área común de lesiones traumáticas como laceraciones de los tendones extensores o de enfermedad metacarpiana dorsal (Ross, 2011; Baxter and Stashak, 2011). La palpación de los tendones extensores se realiza en busca de dolor o tumefacción; éstos se pueden movilizar con ayuda de los dedos pulgar e índice para identificar adherencias, se debe de realizar especialmente si tienen antecedentes de trauma sobre la superficie dorsal de la caña (Baxter and Stashak, 2011). Otro hallazgo puede ser que la efusión en la vaina del carpo se puede detectar en la región metacarpiana medial proximal, en casos de tenosinovitis (Ross, 2011).

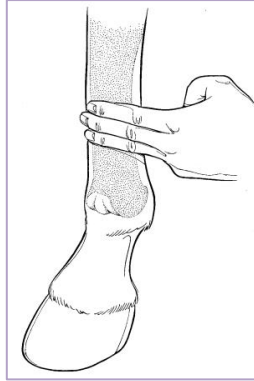


Figura 41. Palpación sobre la superficie dorsal de la caña (Tomado de Baxter, 2011).

El aspecto dorsal del tercer metacarpiano también se debe palpar con el miembro en flexión (Figura 42); al encontrar calor, dolor, tumefacción sobre el tercio medio de la caña nos puede indicar enfermedad metacarpiana dorsal (Ross, 2011; Baxter and Stashak, 2011). Los caballos de carreras jubilados pueden presentar aumento de volumen (sin dolor) en el tercer hueso metacarpiano causado por la remodelación excesiva de la corteza mientras estuvo en entrenamiento; en caballos en entrenamiento pueden presentar calor, mucho dolor y, al contrario no presentar un aumento de volumen. Ambas nos pueden indicar lesión ósea relacionada al estrés el tercer metacarpiano (Ross, 2011).



Figura 42. Palpación de la región metacarpiana dorsal con el miembro flexionado (Tomado de Ross, 2011).

En el segundo y cuarto hueso metacarpiano/metatarsiano, la evaluación debe realizarse con el miembro en apoyo y posteriormente, con el miembro elevado (Baxter and Stashak, 2011). La cara abaxial de los pequeños metacarpianos debe ser palpada con el miembro en apoyo para poder detectar exostosis o fracturas, la

desmitis proximal o del cuerpo del LSM puede complicar la maniobra. Con el miembro flexionado, se puede empujar el LSM hacia el lado opuesto, se evalúa el aspecto axial y palmar de los pequeños metacarpianos y metatarsianos (Figura 43). Las exostosis se encuentran con más frecuencia en caballos jóvenes. Las exostosis que se detecten axialmente pueden causar adherencias y afectar al LSM. El dolor de las exostosis se evalúa con mayor precisión inmediatamente después del entrenamiento o de la carrera, ya que el dolor y la claudicación pueden ser transitorios. Las fracturas regularmente presentan calor, dolor e inflamación. La fractura crónica del segundo o cuarto hueso metacarpiano/metatarsiano se asociada a un excesivo aumento de tamaño y puede orientar a un secuestro óseo. También es frecuente palpar agrandamientos o ensanchamiento de los rudimentarios que no son dolorosos, que nos pueden indicar algún trauma previo (Ross, 2011; Baxter and Stashak, 2011).

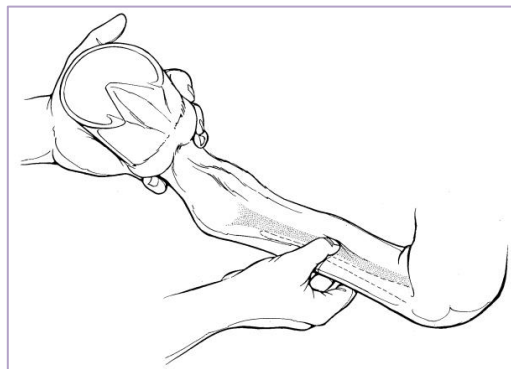


Figura 43. Palpación de las superficies axiales de los pequeños huesos metacarpianos. El menudillo puede ser flexionado para relajar el LSM (Tomado Baxter and Stashak, 2011).

En la superficie palmar/plantar de la región metacarpiana/metatarsiana, se realiza la palpación de los tendones flexores superficial y profundo, el LSM y en la región proximal el ligamento accesorio del TFDP.

Tanto el TFDS y el TFDP se localizan palmares al LSM, ambos se palpan por separado. A la palpación se busca de dolor, aumento de volumen, calor, engrosamiento, etc. Se revisa con el miembro apoyado y después se flexiona el miembro y se separan, aunque cuando alguno de los dos está lesionado no se les puede separar por la existencia de adherencias o engrosamientos (Figura 44) (Ross,

2011; Baxter and Stashak, 2011). La tendinitis aguda se puede sentir blanda o suave en el área del daño de la fibra. El aspecto proximal del tendón flexor digital superficial es difícil de palpar en una posición flexionada y se puede pasar por alto una ligera inflamación, esta lesión es particularmente más complicada reconocer en caballos con pelaje largo (Ross, 2011). En el miembro pélvico es inusual la tendinitis, pero en ocasiones la tendinitis del TFDS se produce en la región metatarsiana proximal, es común en los caballos con desmitis del ligamento plantar largo, la tendinitis puede progresar hacia distal y afectar tercio medio de la región metatarsiana (Ross, 2011).

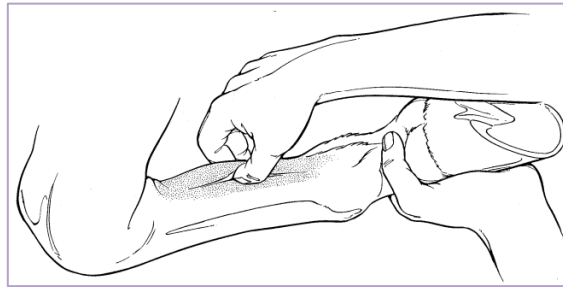


Figura 44. Palpación de los tendones flexores (Tomado de Baxter and Stashak, 2011).

Además de los tendones flexores en la región palmar/plantar metacarpiana y metatarsiana se encuentra el ligamento accesorio del TFDP. Es un ligamento difícil de palpar, incluso cuando está aumentado de tamaño, es difícil de diferenciar (Ross, 2011). Cuando se puede palpar, se puede sentir aumento de volumen y dolor, que nos puede indicar su desmitis (Baxter and Stashak, 2011).

Sobre la superficie palmar/plantar del tercer hueso metacarpiano y metatarsiano, sobre el surco metacarpiano/metatarsiano se encuentra el LSM. Se debe palpar con el miembro soportando peso y en flexión. Es importante localizar la presencia de dolor o aumento de volumen, adherencias, engrosamiento y diferenciar si es en el aspecto proximal, en el cuerpo o sus ramas. Un dato importante es que la mayoría de los caballos reaccionan cuando se les aplica presión sobre el LSM y pueden retirar el miembro, sin embargo con presión constante la respuesta se fatiga. La desmitis proximal del LSM se puede asociar con una fractura del segundo o cuarto hueso metacarpiano/metatarsiano por la exostosis que se produce durante la reparación de una fractura. Con el miembro en flexión se palpa la porción proximal que incluye el origen (Figura 45), otra alternativa es colocar la palma de la mano

sobre la cara dorsal del metacarpo y se llevan los dedos a alrededor del lado medial para aplicar presión contra la región metacarpiana o metatarsiana palmar/plantar proximal. En algunos casos se puede sospechar de desmitis del origen del LSM y de una fractura por avulsión concomitante. En casos de desmitis aguda la estructura se siente blanda o suave en el área del daño de la fibra (Ross, 2011; Baxter and Stashak, 2011). En el miembro pélvico (Figura 46) gran parte de la palpación del LSM es indirecta, porque el cuarto metatarsiano oculta el origen y el aspecto proximal y lateral del LSM, la presencia de los pequeños metatarsianos y la fascia metatarsiana previene el aumento de volumen del ligamento, por lo que se debe tener cuidado al interpretar incluso si el aumento de volumen es mínimo en la región metatarsiana proximal y medial (Ross, 2011).



Figura 45. Palpación del origen del LSM el aspecto proximal y palmar de la caña (Tomada de Baxter and Stashak, 2011).



Figura 46. Palpación del LSM en la región metatarsiana plantar proximal (Tomado Baxter and Stashak, 2011).

Además de tejidos blandos también podemos palpar la vena, arteria y nervio digitales palmares/plantares medial y lateral, en orientación dorsal a palmar,

respectivamente, las encontramos entre el LSM y el TFDP. La palpación profunda puede crear presión en los nervios metacarpianos palmares y dar como resultado una respuesta de dolor y es falso (Ross, 2011). En el miembro pélvico es posible evaluar el tiempo de llenado de la vena safena, que es importante realizarlo si la historia sugiere que la claudicación es causada por un compromiso vascular. Normalmente, la vena tarda menos de 1 segundo en llenarse, pero en los caballos con circulación reducida, se observa un tiempo de llenado prolongado. La calidad del pulso de la arteria metatarsiana dorsal, localizada en la cara dorsolateral del tercer metatarsiano, justo dorsal al cuarto hueso metatarsiano, también es útil si tenemos sospecha de compromiso vascular (Ross, 2011).

2.6 Inspección en dinámica

La inspección en dinámica consiste en observar del animal en movimiento desde diferentes ángulos, tiene el objetivo de detectar cualquier irregularidad en la locomoción del equino. Así podremos detectar cuál o cuáles son los miembros afectados, el grado de claudicación o si existe incoordinación. Se comienza evaluando al caballo al paso y al trote en línea recta y en círculos. Al hacer la inspección en dinámica se debe prestar atención cuando el caballo sale de su caballeriza, algunas alteraciones se pueden manifestar con mayor severidad en este momento (Ross, 2011; Baxter and Stashak, 2011; Rodríguez y López, 2012; Ysusi, 2012; Burba, 2018; González; 2018).

Para la inspección en dinámica, es importante que la persona que maneje al equino lo sujete correctamente, permitiéndole cierta libertad de movimiento a la cabeza, pero sin que ésta pierda su alineación con el resto del cuerpo. Lo ideal es dejar aproximadamente un metro de ronzal entre el manejador y el animal. Se puede evaluar al caballo montado, un jinete puede aportarnos información útil (Baxter and Stashak, 2011; Rodríguez y López, 2012).

Durante la inspección se observa el caballo por delante, detrás y por los costados. Por delante y por el costado podemos apreciar mejor las claudicaciones en el miembro torácico; mientras que las de los miembros pélvicos las vemos mejor por detrás y de costado. Es importante observar con atención el movimiento de la

cabeza, asimetría de la marcha, alteraciones en la altura del arco del vuelo, el grado de extensión del menudillo en el apoyo, acción de los músculos del hombro, simetría de la elevación y el movimiento de los glúteos (Ross 2011; Baxter and Stashak, 2011; Rodríguez y López, 2012; Ysusi; 2012; Burba, 2018).

Generalmente se evalúa al caballo primero llevándolo sobre pisos duros y después por pisos blandos, en el siguiente orden:

- Caballo al paso en línea recta (se observa por detrás, de frente y lateralmente).
- Caballo al trote en línea recta (se observa por detrás, de frente y lateralmente).
- Caballo al trote en círculos (a mano izquierda y derecha, abriendo y cerrando el círculo).
- Caballo al galope en círculos (a mano izquierda y derecha, abriendo y cerrando el círculo).

Al paso y al trote en línea recta, cuando el caballo se aleja se observan los miembros pélvicos, y cuando se acerca, los torácicos. A la evaluación en círculos, cuando el caballo va con la mano derecha se observan miembro torácico y pélvico derecho, y cuando va con la mano izquierda, el torácico y pélvico izquierdo. Las claudicaciones se hacen más notorias al trote, debido al apoyo simultáneo de solo dos miembros, lo que aumenta la presión sobre el miembro afectado. En el piso duro algunas claudicaciones se pueden acentuar y se escucha con menos fuerza el apoyo del miembro afectado. Sí tenemos sospecha de problema en tejidos blandos o problema por conformación nos ayudará a acentuar la claudicación un piso blando, como arena (Ross, 2011, Baxter and Stashak, 2011; Rodríguez y López, 2012; Ysusi, 2012).

Otros puntos a considerar en la inspección en dinámica son:

- Cómo entran en contacto con el suelo los cascos, ya que puede apoyar primero las pinzas o talones, el aspecto medial o lateral del casco, normalmente el apoyo del casco en el suelo debe ser completo y en un solo tiempo.
- Dónde aterriza el casco de cada miembro con respecto a un punto determinado, el miembro pélvico debe llegar o “cubrir” a donde se apoyó el miembro torácico, a lo que se le llama longitud del tranco.

- En la fase de elevación, la altura de los arcos de vuelo debe ser homogénea, sin que se acorte la fase anterior o posterior.
- Todas las articulaciones deben descender a la misma medida; como en el caso de los menudillos y los corvejones; en un miembro afectado el menudillo, no desciende al mismo nivel que en el miembro opuesto.
- Si levanta más una grupa que la otra.
- Si levanta la cabeza cada vez que apoya alguna de sus miembros torácicos.
- Si el miembro torácico aterriza justo por debajo del hombro o se mueve hacia lateral o medial (Ross, 2011; Rodríguez y López, 2012; Ysusi, 2012).

La inspección debe ser muy minuciosa, para evitar errores, no confundir una claudicación del miembro torácico con el miembro pélvico (Ross, 2011; Rodríguez y López, 2012; Ysusi, 2012).

Con base en los puntos anteriores se puede establecer la claudicación base, esta es la que el paciente manifiesta al inicio del examen, a partir de este momento se debe realizar una palpación en dinámica y otras pruebas diagnósticas. Las características de la claudicación base nos servirán para determinar si el paciente mejora, empeora o se mantiene después de realizar otras pruebas diagnósticas como pruebas de flexión y de analgesia diagnóstica (Ross, 2011; Baxter and Stashak, 2011; Ysusi, 2012).

2.7 Palpación en dinámica

Realizada la inspección en dinámica y una vez determinado cuál es el miembro afectado, se procede a evaluar mediante la palpación dinámica; estas pruebas se deben realizar de manera ordenada, de distal a proximal. Se realizan para evaluar la integridad y funcionalidad de las articulaciones y de los tejidos blandos adyacentes. El objetivo es mantener en flexión e hiperextensión una articulación o aplicar presión en algún tejido en específico por 60 a 90 segundos dependiendo de la articulación, y después se deja que el caballo trote en línea recta. Si la claudicación se acentúa en un 70% con respecto a la claudicación base, se dice que la prueba es positiva; se debe considerar el tiempo que duró el incremento en

relación a la claudicación base (Ross, 2011; Baxter and Stashak, 2011; Rodríguez y López, 2012; Ysusi, 2012; Mair *et al.*, 2013; Stashak, 2013; Kaneps, 2014). Cada prueba de flexión se debe completar en pares anatómicos, por ejemplo, flexiones distales de ambas extremidades anteriores se realiza con la extremidad sana flexionada primero (Kaneps, 2014).

En la región metacarpiana y metatarsiana la palpación en dinámica se puede realizar mediante la presión directa sobre los tendones flexores digital o profundo o sobre el LSM durante 30 segundos y con el miembro en flexión (Kaneps, 2014).

También cuando se sospecha de desmitis proximal del LSM, la flexión de la articulación del menudillo (Figura 47) puede realizarse para acentuar la desmitis, esto se debe a que el ligamento se relaja durante la flexión y cuando apoya el miembro el ligamento se estira (Dyson, 2007; Peters, 2015). Para flexionar la articulación del menudillo se coloca una mano a lo largo del aspecto dorsal de la cuartilla y la otra mano a lo largo del aspecto dorsal del metacarpo/metatarso, así se evita flexionar carpo, la flexión es durante 30 a 60 segundos (Ross, 2011; Baxter and Stashak, 2011; Stashak, 2013; Kaneps, 2014).

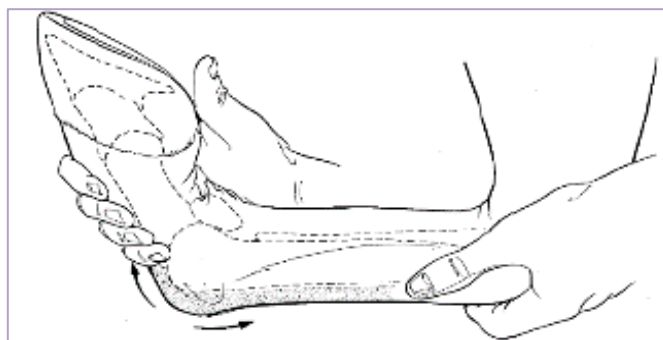


Figura 47. Prueba de flexión de la articulación del menudillo (Tomado de Baxter and Stashak, 2011).

2.8 Claudicación

Como se mencionó anteriormente, la claudicación no es una enfermedad, es un signo de algún trastorno del aparato locomotor. Existen diferentes tipos de claudicación según en el momento en que suceden y también se pueden clasificar según su grado de severidad (Baxter and Stashak, 2011; Rodríguez y López, 2012; González, 2018).

Tipos de claudicaciones

Las claudicaciones no se manifiestan siempre de igual forma, algunas son visibles durante la fase de elevación del miembro afectado, y otras se producen durante el apoyo. De acuerdo en el momento que sucede la claudicación se han clasificado en los siguientes cuatro tipos:

- Claudicación de apoyo: se manifiesta cuando el animal apoya el miembro afectado en el suelo.
- Claudicación de elevación: cuando el miembro afectado está en movimiento.
- Claudicación mixta: es observable, cuando el miembro afectado es apoyado en el suelo, como cuando se encuentra en movimiento.
- Claudicación mecánica: cuando el caballo tiene dolor en un miembro provoca una distribución desigual del peso corporal sobre los demás. Lo que puede inducir una claudicación en otro miembro previamente sano (Baxter, 2011; Rodríguez y López, 2012; González. 2018).

Clasificación de las claudicaciones

Una vez identificado el o los miembros involucrados, es posible clasificar la claudicación por su severidad. El propósito de clasificar la gravedad de una claudicación es proporcionar una caracterización subjetiva, de modo que pueda documentarse, lo que permite la comunicación entre individuos, y se pueden monitorear las comparaciones en los grados de claudicación a lo largo del tiempo, como respuesta a la analgesia local o al tratamiento (Dyson, 2011). Sin embargo, el grado asignado puede variar dependiendo de referencia que se utilice.

La American Association Equine Practitioners (AAEP) ha desarrollado un sistema de clasificación de claudicaciones, la escala varía de 0/5 donde cero no hay claudicación y 5/5 es lo más extremo (Tabla 1).

Grado	Características
0/5	No hay claudicación
1/5	Claudicación no aparente, difícil de observar y no es evidente de manera consistente, independientemente de las circunstancias (como cargar peso, hacer círculos, inclinarse, superficies duras).

2/5	Claudicación difícil de observar al paso o trote en línea recta, pero es aparente bajo ciertas circunstancias (como cargar peso, hacer círculos, inclinarse, superficies duras).
3/5	Claudicación al trote en todas las circunstancias.
4/5	Claudicación evidente, con un marcado movimiento de la cabeza y acortamiento del tranco.
5/5	Apoyo mínimo en movimiento o en reposo del miembro afectado.

Tabla 1. Clasificación de las claudicaciones según la AAEP.

Sue Dyson (2011), las clasifica dependiendo de varios factores y en los diferentes aires, por ejemplo: al caminar y al trote, en línea recta y en círculo, los círculos a la derecha e izquierda, en piso suave y duro, montado, en movimientos específicos. Con la información que recaba, clasifica la claudicación y le da una descripción verbal (Tabla 2).

Grado	Características
0	Sano, sin claudicación
1	Claudicación sutil
2	Claudicación ligera
3	No lo menciona
4	Claudicación moderada
5	Claudicación obvia
6	Claudicación severa
7	No lo menciona
8	No apoya el miembro afectado

Tabla 2. Clasificación de las claudicaciones según Dyson, 2011.

Mike Ross (1999), clasifica la claudicación en una escala de 0 a 5, se basa en la observación del caballo en trote, línea recta y piso duro (Tabla 3).

Grado	Características
0	Sano
1	Claudicación ligera, la cual se observa cuando el caballo trotea en línea recta. Cuando el torácico afectado es apoyado se observa un movimiento de elevación de la cabeza, si el miembro afectado es un

	miembro pélvico se observa un aumento de elevación en la pelvis, sin embargo, esto puede llegar a ser inconsistente.
2	Se observa una claudicación obvia (moderada) el movimiento de elevación de la cabeza y de pelvis es consistente.
3	Se observa una claudicación de moderada a severa con un movimiento pronunciado de cabeza y de pelvis según sea el miembro afectado, si el caballo tiene una claudicación unilateral de un miembro pélvico también se observa elevación de la cabeza cuando el miembro torácico diagonal es apoyado.
4	Claudicación severa con un movimiento de cabeza y de pelvis extremo; sin embargo, el caballo aún puede ser trotado.
5	El caballo no apoya el miembro o casi no apoya el miembro afectado. (los caballos que no apoyan el miembro en estática no deben de ser trotados)

Tabla 3. Clasificación de las claudicaciones según Ross, 1999.

Ted Stashak (1987), también hizo una clasificación de las claudicaciones, va en una escala del grado 1 al 4 (Tabla 4).

Grado	Características
1	Claudicación no se observa al paso, se reconoce al trote. En miembros torácicos, el caballo deja caer la cabeza sobre el miembro sano y la eleva ligeramente cuando el miembro afectado toca el suelo. En miembros pélvicos se observa una leve asimetría en la elevación de los glúteos.
2	Claudicación al paso, no se asocia con movimientos de la cabeza. Al trote, la claudicación se vuelve obvia y se levanta la cabeza y el cuello cuando el miembro torácico afectado toca el suelo. En el miembro pélvico, se observa un aumento en la elevación de los glúteos y una duración más corta.
3	Claudicación obvia al paso y al trote.
4	Miembro afectado no carga peso.

Tabla 4. Clasificación de las claudicaciones según Ted Stashak, 1987.

3 Analgesia diagnóstica

La analgesia diagnóstica también es llamada anestesia o bloqueo diagnóstico, es una valiosa herramienta para que el clínico pueda determinar la región que produce dolor de la claudicación, ya que al determinar la región afectada es posible utilizar otros procedimientos diagnósticos de forma más eficiente (Moyer *et al.*, 2011; Ross and Dyson, 2011; Werner 2013; Davidson, 2018). La anestesia local se puede lograr mediante una infiltración perineural, en anillo, una infiltración en una región en específico o mediante la infiltración intrasinovial (en articulaciones, vainas o bursas) (Baxter and Stashak, 2011).

Los anestésicos que se pueden utilizar pertenecen al grupo de las amino amidas y son: el clorhidrato de mepivacaína al 2%, el clorhidrato de lidocaína al 2% y el clorhidrato de bupivacaína al 0.5% (Tabla 5) pero los más utilizados son los dos primeros, sus características pueden observarse en la tabla 1 (Baxter and Stashak, 2011; Moyer *et al.*, 2011; Ross and Dyson, 2011). Siempre es recomendable utilizar la dosis mínima para irritar lo menos posible a los tejidos (Rodríguez y López, 2012).

Anestésico	Duración	Características
Mepivacaína (Carbocaine™)	90-120 minutos	Para examen del aparato locomotor. Utilizado por la mayoría de los clínicos. Útil para examinar pacientes con claudicación en más de un miembro o en varios sitios de un solo miembro.
Lidocaína	30-60 minutos	Para examen del aparato locomotor. Induce analgesia más lento (efecto máximo a los 15 minutos). Es más irritante que la mepivacaína. Útil cuando se utilizan diferentes técnicas diagnósticas. Puede combinarse con epinefrina, pero su efecto puede incrementar hasta 6 horas y provocar inflamación severa o necrosis tisular.
Bupivacaína (Marcaine™)	4 a 6 horas	No indicada para examen del aparato locomotor. Indicada para el alivio temporal del dolor con fines terapéuticos.

Tabla 5. Características de los anestésicos más utilizados.

Las características mencionadas y el tiempo de duración de los anestésicos son sumamente importantes para elaborar un plan diagnóstico y que al realizar uno o varios bloqueos no interfieran entre ellos (Baxter and Stashak, 2011; Moyer *et al.*, 2011). Bidwell et al. (2004) reporta que los anestésicos requieren de 15 minutos para alcanzar su efecto máximo. Las soluciones anestésicas pueden causar daño al tejido, pero es raro; también puede causar inflamación de tejidos blandos o un hematoma, pero puede ser causado por el traumatismo de la aguja y no específicamente por la interacción del fármaco y el tejido (Moyer *et al.*, 2011).

El objetivo de la analgesia diagnóstica es eliminar la claudicación al 100%, sin embargo, no es común alcanzar este nivel de mejoría. La disminución de la claudicación entre un 70 a 80% después de la analgesia se considera como una respuesta positiva (Ross and Dyson, 2011).

3.1 Analgesia perineural

La analgesia perineural de la región proximal metacarpiana y metatarsiana puede ser bastante inespecífica y la interpretación ser incorrecta, por lo que los resultados deben examinarse cuidadosamente durante las evaluaciones de claudicaciones (Pezzanite *et al.*, 2018).

Durante la analgesia perineural se debe administrar el volumen más pequeño de anestésico que sea efectivo, para evitar desensibilizar inadvertidamente los nervios adyacentes y poder detectar correctamente la región que causa la claudicación. La analgesia perineural se inicia de distal a proximal, aunque en ciertas circunstancias una estrategia diferente puede ser exitosa (Baxter and Stashak, 2011; Moyer *et al.*, 2011; Ross and Dyson, 2011).

La analgesia perineural también es de ayuda en procedimientos quirúrgicos que se realizan con el equino de pie o para el control temporal del dolor (Moyer *et al.*, 2011; Davidson, 2018).

La preparación del sitio consiste en la antisepsia del sitio de inyección con algodón o gasas empapadas en alcohol isopropílico al 70%. Las posibles complicaciones son una infección subcutánea, pero no es común, o la infección de una estructura

sinovial que se puede penetrar erróneamente. Lo anterior puede ocurrir en la penetración inadvertida y no reconocida en la vaina digital cuando se realiza un bloqueo volar bajo (Nagy *et al.*, 2010; Moyer *et al.*, 2011; Pezzanite *et al.*, 2018), o penetrar la articulación carpometacarpiana u tarsometatarsiana en un bloqueo volar alto (Baxter and Stashak, 2011; Pezzanite *et al.*, 2018). No es necesario rasurar a menos que el pelo sea tan abundante que impida la visualización o la palpación del paquete neurovascular (Baxter, 2011; Moyer *et al.*, 2011).

Los caballos pueden requerir de sujeción para realizar un bloqueo perineural, pero si no es suficiente, se puede administrar acepromacina a dosis de 0.044mg/kg o xilacina a dosis de 0.4 mg/kg, ambos vía intravenosa. En algunos caballos el uso de estos fármacos no va a interferir significativamente con el examen del aparato locomotor. El grado de tranquilización o de sedación puede interferir con la evaluación y se puede relacionar con la gravedad de la claudicación o con la habilidad del clínico que realiza el examen. Debido a la incertidumbre el uso y efecto de los sedantes en la evaluación del aparato locomotor, se recomienda evitarlos, aunque, Buchner *et al.* (1999) mencionan que la sedación no cambió el grado de la claudicación, pero sí altera el patrón general de locomoción, y que el uso de antagonistas puede disminuir estos efectos.

Durante la realización del bloqueo la aguja se debe insertar separada de la jeringa, para disminuir la probabilidad de que se doble o se rompa. Por lo que se recomienda utilizar las jeringas que no tienen rosca y que con un poco de presión se adhieren a la aguja, ya que, si el caballo suele mover el miembro repentinamente, la jeringa se puede extraer y se evita que la aguja se salga, se doble o se rompa. Además, la aguja se inserta subcutáneamente directamente sobre el nervio y se dirige hacia distal, ya que si se dirige hacia proximal la solución anestésica puede desensibilizar más estructuras (Moyer *et al.*, 2011).

Después de la analgesia se puede caminar al caballo durante 5 a 10 minutos antes de evaluarlo, el caminar permite que el caballo se habitúe a la desensibilización (Dyson, 1984). Otra opción es mantener el caballo en estación, ya que se cree que al caminar puede aumentar la difusión del anestésico hacia proximal y provocar la

desensibilización de estructuras proximales y puede influir en la interpretación del bloqueo nervioso. Sin embargo, Nagy *et al.* (2009) reporta que el caminar al caballo no influye significativamente en la extensión de la difusión proximal o distal de la solución de contraste después de la infiltración perineural.

El dolor generalmente se alivia dentro de los 5 minutos después de administrar una solución anestésica cerca de un nervio en la porción distal de la extremidad y debe de reevaluarse no más de 10 minutos después de la infiltración. El inicio del alivio del dolor puede tomar 20 minutos o más cuando se anestesian los nervios grandes de la porción proximal de la extremidad (Moyer *et al.*, 2011). Los resultados de la analgesia perineural pueden malinterpretarse si se evalúa al caballo antes del inicio del alivio del dolor (Baxter and Stashak, 2011; Moyer *et al.*, 2011), es importante tener en cuenta que a medida que pasa el tiempo el anestésico tiende a migrar hacia proximal por vía neurovascular o linfática (Contino *et al.*, 2014; Moyer *et al.*, 2011). La efectividad de la desensibilización se puede evaluar aplicando presión sobre la piel utilizando un bolígrafo, una llave o unas tijeras con punta roma, sin embargo, se puede malinterpretar si solo la piel ha sido insensibilizada o si la piel no ha sido insensibilizada pero las estructuras profundas si lo han sido, por lo que se recomienda probar el mismo estímulo en el miembro contralateral (el no bloqueado) (Moyer *et al.*, 2011; Ross and Dyson, 2011; Ysusi, 2012; Stashak, 2013). Los resultados también pueden ser malinterpretados si se administra el anestésico en otro tejido, en lugar de perineuralmente. Las posibles variaciones en la neuroanatomía también pueden proporcionar información engañosa sobre el sitio del dolor que causa la claudicación. En caso de haber sedado al caballo, este puede ser examinado después de que los efectos de la sedación se disipen, siempre y cuando la analgesia perineural persista por más tiempo que los efectos del sedante, sin embargo, esperar hasta que se disipen los efectos sedantes puede confundir los resultados de la analgesia porque la solución anestésica puede difundir, desensibilizando otras estructuras que no están destinadas a ser insensibilizadas (Moyer *et al.*, 2011).

La difusión hacia proximal del anestésico se puede extender de 2 a 6 cm después de 10 minutos (Nagy *et al.*, 2009; Nagy *et al.*, 2010; Ysusi, 2012).

Las complicaciones asociadas con la analgesia perineural son poco frecuentes, pero incluyen agujas rotas, infección subcutánea y sinovitis séptica. La infección subcutánea o sinovial se evita preparando adecuadamente el sitio de inyección. Si una estructura sinovial adyacente está en riesgo de ser infiltrada por la aguja, el sitio de inyección debe prepararse más meticulosamente que si las estructuras sinoviales están alejadas del sitio (Bassage and Ross, 2011; Baxter and Stashak, 2011; Moyer *et al.*, 2011).

3.1.1 Analgesia perineural en el miembro torácico

Bloqueo palmar bajo / volar bajo de cuatro puntos

El bloqueo volar bajo se usa para localizar el dolor que está causando la claudicación que no ha mejorado después de realizar un bloqueo abaxial sesamoideo, al realizarlo brinda analgesia a la porción distal de la región metacarpiana, la articulación del menudillo y a las estructuras distales (Bassage and Ross, 2011; Moyer *et al.*, 2011; Burba, 2018). Los tendones flexores debajo de los pequeños metacarpianos se insensibilizan, así la bifurcación y las ramas del LSM. La difusión proximal de la solución anestésica para quitar el dolor en la región metacarpiana proximal es rara (Figura 48) (Nagy *et al.*, 2010; Moyer *et al.*, 2011). Se puede presentar cierta sensibilidad cutánea sobre la superficie dorsal del menudillo como resultado de la distribución cutánea de una rama del nervio antebraquial medial (Nagy *et al.*, 2010; Bassage and Ross, 2011; Baxter and Stashak, 2011).

La analgesia se realiza a nivel del extremo distal o botón del segundo y cuarto huesos metacarpianos, se anestesian los nervios palmares medial y lateral y los nervios metacarpianos palmares medial y lateral, este bloqueo puede realizarse con el miembro elevado o posicionado sobre el suelo (Figura 48) (Bassage and Ross, 2011; Baxter and Stashak, 2011; Moyer *et al.*, 2011).

El riesgo al realizar este bloqueo es que se puede infiltrar erróneamente la vaina digital (Figura 49) especialmente si se encuentra distendida o el receso palmar de la articulación del menudillo, por lo que se recomienda realizar una antisepsia cuidadosa de la piel. Por lo anterior, algunos médicos prefieren anestesiarse los nervios palmares más proximalmente pero debajo de la rama comunicante que conecta los nervios palmares (Nagy *et al.*, 2010; Bassage and Ross, 2011; Baxter and Stashak, 2011; Moyer *et al.*, 2011; Seabaugh *et al.*, 2011; Contino *et al.*, 2014).

La analgesia de los nervios palmares y metacarpianos palmares se recomienda realizarlo con una aguja #25 de 5/8 de pulgada (1.6 cm), el volumen de anestésico es de 1 ml para cada nervio metacarpiano y de 2 a 3 ml para cada nervio palmar (Baxter and Stashak, 2011; Moyer *et al.*, 2011).

Los nervios palmar lateral y medial se encuentran entre el LSM y el TFDP. Se deposita la solución anestésica subcutáneamente y adyacente a la superficie dorsal del TFDP (Higgins and Snyder, 2006; Bassage and Ross, 2011; Moyer *et al.*, 2011; Seabaugh *et al.*, 2011).

Los nervios metacarpianos palmar lateral y medial se encuentran entre la superficie palmar del tercer hueso metacarpiano y la superficie axial del hueso metacarpiano segundo o cuarto. Se deposita subcutáneamente la solución anestésica por debajo del extremo distal de cada pequeño hueso metacarpiano (Baxter and Stashak, 2011; Moyer *et al.*, 2011).

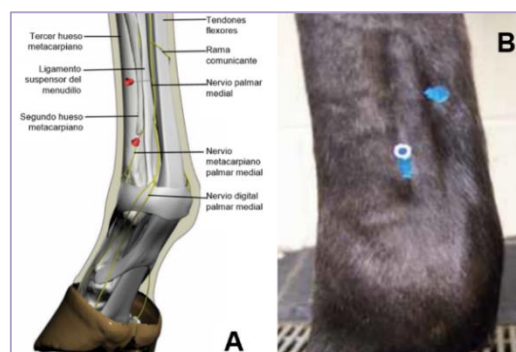


Figura 48. **A)** Esquema que muestra una vista palmaromedial del miembro torácico derecho y los puntos de infiltración para un bloqueo volar bajo de cuatro puntos. **B)** Miembro torácico derecho que señala los sitios para insensibilizar el nervio palmar lateral (aguja de arriba) y el nervio metacarpiano palmar lateral (aguja de abajo) (Modificado de Moyer *et al.*, 2011).

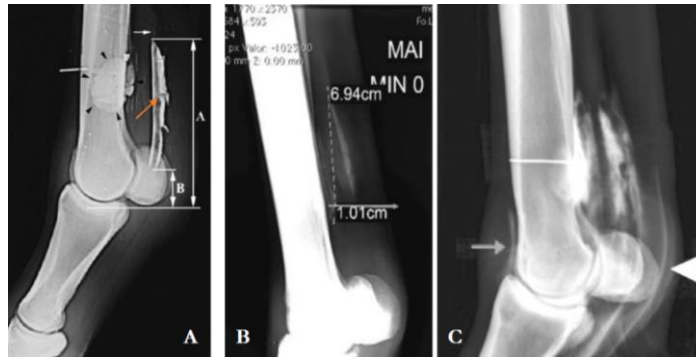


Figura 49. Tomas radiográficas lateromedial del miembro en tres caballos diferentes. **A)** Tomada después de la infiltración subcutánea de 2 ml de medio de contraste sobre el nervio palmar lateral y sobre el nervio metacarpiano palmar lateral, la flecha naranja señala el sitio de punción. Se puede observar la difusión hacia proximal y hacia distal del medio de contraste (Modificado de Nagy *et al.*, 2010). **B)** Tomada después de realizar un bloqueo volar bajo de cuatro puntos con lidocaína y medio de contraste, se realizó la medición de 1 cm por arriba del botón de los pequeños metacarpianos, se trazó una línea horizontal para después medir hacia proximal el medio de contraste (Tomado de Ysusi, 2017). **C)** Obtenida 30 minutos posteriores de un bloqueo volar bajo con 2ml de mepivacaína y iohexol. La flecha grande señala el medio de contraste en la vaina digital y la vena pequeña señala el medio de contraste en la articulación del menudillo. La línea radiopaca indica el sitio de infiltración (Tomado de Seabaugh *et al.*, 2011).

Bloqueo palmar alto / volar alto de cuatro puntos

El bloqueo volar alto es análogo del bloqueo volar bajo de cuatro puntos ya que son los mismos nervios que se les brinda analgesia solo que en la superficie proximal de la región metacarpiana (Figura 50). Sin embargo, este es más difícil de realizar porque las estructuras están más juntas y los nervios metacarpianos palmares están más profundos hacia los bordes axiales de los huesos segundo y cuarto metacarpianos (Baxter and Stashak, 2011; Burba, 2018). El bloqueo es utilizado para localizar la claudicación que no ha mejorado después del bloqueo volar bajo de cuatro puntos. Proporciona analgesia de las estructuras de la región metacarpiana, y con la excepción del origen del LSM (Baxter and Stashak, 2011). La insensibilización de la piel sobre el aspecto palmar de la región metacarpiana indica que el bloqueo volar bajo fue exitoso (Bassage and Ross, 2011; Moyer *et al.*, 2011).

El bloqueo se realiza por debajo de la articulación carpometacarpiana, se anestesian los nervios palmar medial y lateral y los nervios metacarpianos palmar lateral y medial (Figura 51) (Bassage and Ross, 2011; Baxter and Stashak, 2011; Moyer *et al.*, 2011).

El bloqueo de los nervios palmares se lleva a cabo con el miembro cargando peso (Figura 52). Se recomienda realizarlo con una aguja #25 de 5/8 de pulgada (1.6 cm), y se deposita de 2 a 3 ml de solución anestésica en cada sitio. Se inserta la aguja a nivel proximal de la región metacarpiana donde los pequeños metacarpianos comienzan a disminuir de tamaño, se infiltra el anestésico entre el LSM y el TFDP (Bassage and Ross, 2011; Baxter and Stashak, 2011; Moyer *et al.*, 2011).

Los nervios metacarpianos palmar lateral y medial se encuentran entre la superficie palmar del tercer hueso metacarpiano y la superficie axial del segundo o cuarto hueso metacarpiano, se anestesian en esta ubicación con la extremidad sostenida (Figura 52). Se deposita de 2 a 3 ml de solución anestésica en cada sitio, con una aguja #20 a 22 de 1.5 pulgadas (3,8 cm) (Baxter and Stashak, 2011; Moyer *et al.*, 2011). Cuando la aguja hace contacto con el tercer hueso metacarpiano, se retira la aguja y se aspira para asegurarse de que la aguja no esté dentro de la articulación carpometacarpiana antes de depositar el anestésico (Baxter and Stashak, 2011).

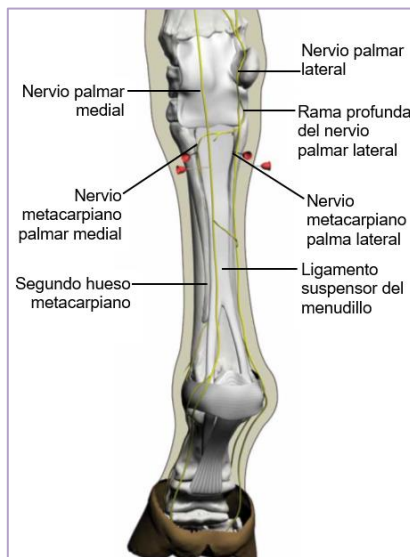


Figura 50. Esquema del aspecto palmar del miembro torácico derecho, que señala los nervios que se anestesian en el bloqueo volar alto de cuatro puntos por debajo de la articulación carpometacarpiana (Modificado de Moyer *et al.*, 2011).

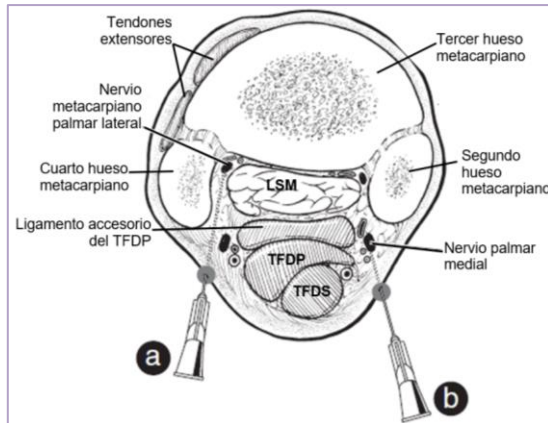


Figura 51. Esquema de la vista transversal de la región metacarpiana proximal de un miembro torácico izquierdo que muestra la técnica para un bloqueo volar alto de cuatro puntos; **a)** aguja que proporciona analgesia al nervio metacarpiano lateral y **b)** aguja que proporciona analgesia a el nervio palmar medial (Modificado de Bassage and Ross, 2011).

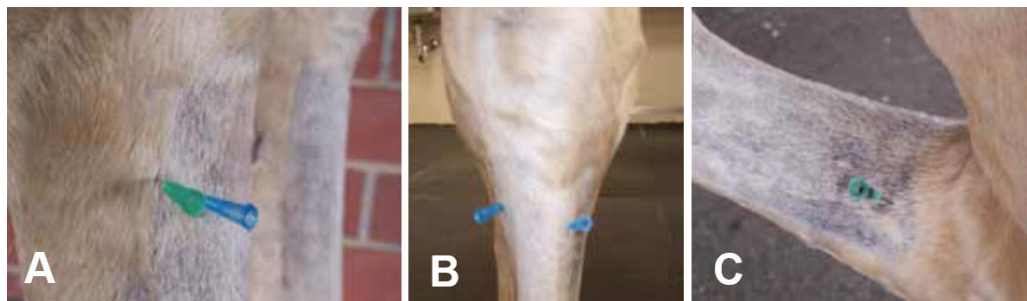


Figura 52. **A)** El bloqueo palmar alto de cuatro puntos se realiza debajo de la articulación carpometacarpiana. **B)** Sitios para insensibilizar los nervios palmares, puede realizarse con el miembro apoyando peso. **C)** Sitio para insensibilizar el nervio metacarpiano palmar lateral, generalmente se realiza sosteniendo el miembro (Modificado de Moyer *et al.*, 2011).

Al realizar la técnica convencional de cuatro puntos se corre el riesgo de hacer una infiltración involuntaria a la articulación carpometacarpiana, debido a su receso palmarodistal, por lo que se recomienda una antisepsia adecuada de los sitios de infiltración (Figura 53A) (Baxter and Stashak, 2011; Bassage and Ross, 2011). La infiltración involuntaria de la articulación carpometacarpiana que también llegaría a la articulación intercarpiana debido a su comunicación, puede conllevar a un error en la interpretación del bloqueo, ya que se orienta el diagnóstico en la región metacarpiana cuando el origen del dolor proviene del carpo. Otra propuesta es dirigir el sitio de punción hacia distal, lo que disminuye la posibilidad de ingresar a la articulación carpometacarpiana pero, reduce el alcance del bloqueo y puede dar

una respuesta falsa negativa. Para evitar esta complicación, también se recomienda realizar la analgesia de la articulación intercarpiana antes de realizar un bloqueo volar alto de cuatro puntos, sin embargo, este bloqueo intrarticular también puede proporcionar analgesia local a la región metacarpiana palmar proximal y abolir el dolor de una fractura por avulsión del LSM o desmitis proximal del LSM, entre otros; lo anterior se debe a que la rama profunda del nervio palmar lateral está estrechamente asociado con el receso disto palmar de la articulación carpometacarpiana (Figura 53B) (Bassage and Ross, 2011).

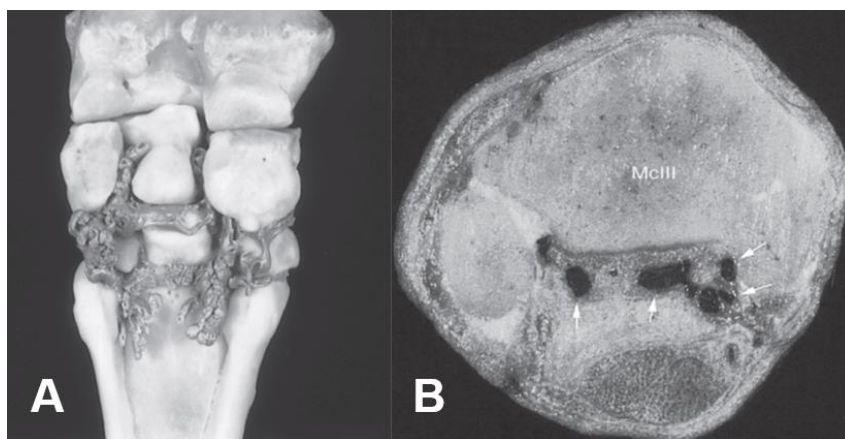


Figura 53. **A)** Espécimen señala la extensión de la articulación carpometacarpiana, que llega a la región metacarpiana proximal. **B)** Sección transversal de la región metacarpiana proximal justo distal a la articulación carpometacarpiana, las flechas señalan la extensión de la articulación que se encuentra muy relacionada con el origen del LSM (Tomado de Bassage and Ross, 2011).

Bloqueo del nervio palmar lateral

El bloqueo del nervio palmar lateral inerva el origen del LSM y el extremo proximal de los huesos metacarpianos segundo y cuarto, pero se utiliza especialmente para anestesiarse el origen del LSM. El bloqueo del nervio palmar lateral se realiza a nivel de la articulación intercarpiana, antes de que se origine la rama profunda de este nervio (Figura 54). La rama profunda del nervio palmar lateral inerva el origen del LSM y se divide en los nervios metacarpianos palmar lateral y medial a nivel del extremo proximal del cuarto hueso metacarpiano (Bassage and Ross, 2011; Baxter and Stashak, 2011; Moyer *et al.*, 2011).

El nervio palmar lateral se puede anestésiar a medida que desciende al hueso carpiano accesorio cerca del ligamento accesoriometacarpiano. El sitio de inyección se encuentra entre la inserción del ligamento accesoriometacarpiano entre el hueso carpiano accesorio y el cuarto hueso metacarpiano, se debe penetrar el retináculo flexor del carpo. El nervio se anestesia generalmente con el miembro apoyado en el suelo o con el miembro separado del suelo con el carpo en 90° de flexión, se utiliza una aguja #20 a 22 de 1 pulgada (2.5 cm) y se infiltra 5 ml de solución anestésica. Sin embargo, con esta técnica hay incidencia de penetrar el canal carpiano y malinterpretar los resultados (Bassage and Ross, 2011; Baxter and Stashak, 2011; Moyer *et al.*, 2011). Y aunque el sitio de punción está cerca del aspecto distal del carpo, es poco probable la infiltración en las articulaciones carpometacarpiana e intercarpiana utilizando esta técnica (Ford *et al.*, 1989).

El nervio palmar lateral también se puede abordar a lo largo de la cara medial del hueso carpiano accesorio (Castro *et al.*, 2005), ya que, a este nivel, el nervio palmar lateral se encuentra adyacente a la cara medial del hueso carpiano accesorio. El sitio de inyección es sobre un surco longitudinal en la fascia que se puede palpar sobre la cara medial del hueso carpiano accesorio. Con el miembro apoyado sobre el suelo, se inserta una aguja #25 de 5/8 de pulgada (1.6 cm), cuando la punta de la aguja entra en contacto con el aspecto medial del hueso carpiano accesorio se inyecta de 1.5 a 2 ml de solución anestésica. Esta técnica evita el depósito involuntario de la solución anestésica en el canal carpiano. Las pruebas de pérdida de la sensación en la piel no son útiles para evaluar el efecto de este bloqueo (Bassage and Ross, 2011; Baxter and Stashak, 2011; Moyer *et al.*, 2011).

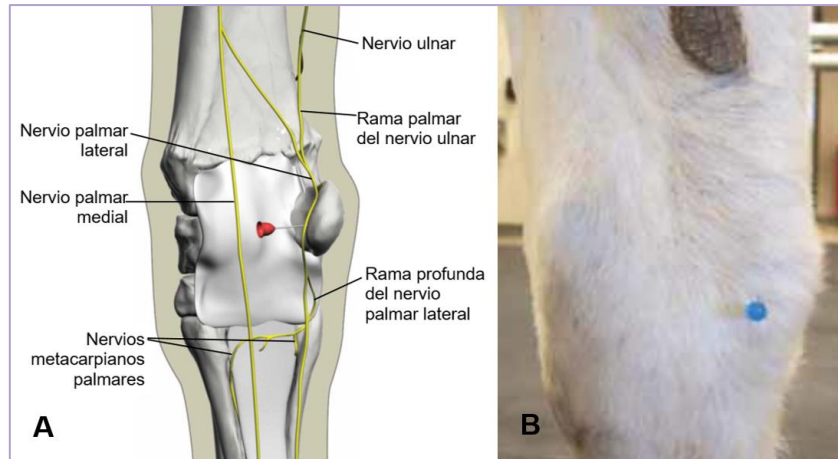


Figura 54. **A)** Esquema que muestra la superficie palmar y señala el bloqueo del nervio palmar lateral. **B)** Bloqueo del nervio palmar lateral desde la superficie medial del hueso carpiano accesorio en el miembro torácico derecho (Modificado de Moyer *et al.*, 2011).

3.1.2 Analgesia perineural en el miembro pélvico

Bloqueo plantar bajo / volar bajo de 4 o 6 puntos

Una diferencia en la neuroanatomía en el miembro pélvico es que del nervio fibular provienen los nervios metatarsianos dorsales lateral y medial que se extienden sobre las superficies dorsolateral y dorsomedial del tercer hueso metatarsiano y del dedo (Figura 55) (Baxter and Stashak, 2011; Moyer *et al.*, 2011). Por lo que en los miembros pélvicos la analgesia del miembro distal y de la porción distal de la región metatarsiana se logra por el bloqueo volar bajo de 4 o 6 puntos. En caso de que sea de 4 puntos se desensibilizan los nervios metatarsianos plantares medial y lateral, a los nervios plantares medial y lateral; si es de 6 puntos además se anestesian además los nervios metatarsianos dorsales medial y lateral. Los nervios metatarsianos plantares suministran inervación al hueso subcondral de la porción distal del tercer hueso metatarsiano, este bloqueo es de gran ayuda en casos de fracturas condilares lateral del tercer metatarsiano (Bassage and Ross, 2011).

Algunos autores recomiendan que se inyecte solución anestésica en los nervios metatarsianos dorsales en los bloqueos nerviosos volar bajo y volar alto. En este caso la anestesia de los nervios metatarsianos dorsales se realiza con una aguja

#25 de 5/8 de pulgada (1.6 cm) y se inyecta de 2 a 3 ml de anestésico por vía subcutánea, hacia lateral y medial al tendón extensor digital largo al nivel de los botones de los pequeños metatarsianos (Baxter and Stashak, 2011).

También se reporta que la mayor parte de las claudicaciones que provienen de la porción distal de la región metatarsiana y de la parte distal del miembro se puede evaluar con precisión sin anestesiarse los nervios metatarsianos dorsales (Schumacher *et al.*, 2004; Bassage and Ross, 2011). En caso de que la analgesia sea terapéutica estos nervios deben bloquearse (Bassage and Ross, 2011).

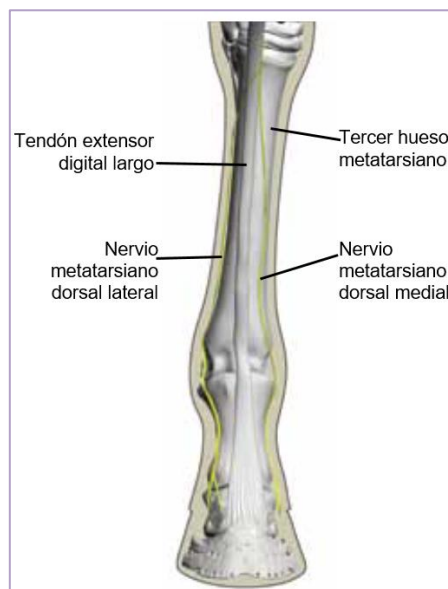


Figura 55. Esquema de la superficie dorsal de la región metatarsiana que muestra los nervios metatarsianos dorsales en un miembro pélvico derecho (Modificado de Moyer *et al.*, 2011).

Bloqueo plantar alto / volar alto de 6 puntos / subtarsiano

El bloqueo volar alto de seis puntos proporciona analgesia completa a la región metatarsiana. La anestesia se brinda a los nervios plantares medial y lateral, los nervios metatarsianos plantares medial y lateral (Figura 56 y 58), y los nervios metatarsianos dorsales medial y lateral (Figura 55 y 58). Este bloqueo se realiza distal a la articulación tarsometatarsiana (Baxter and Stashak, 2011; Moyer *et al.*, 2011).

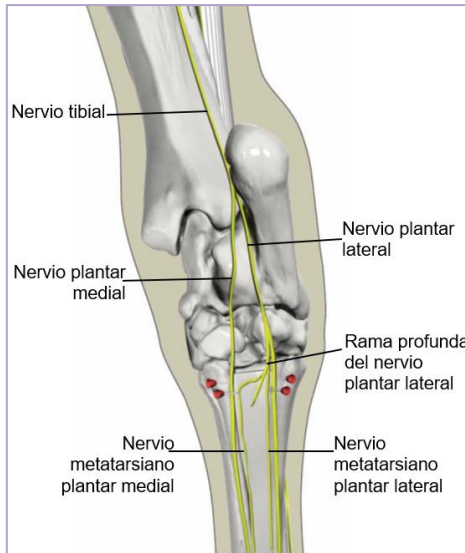


Figura 56. Esquema de la superficie plantar de la región del corvejón y metatarsiana proximal que señala los sitios de punción de los nervios plantares y de los nervios metatarsianos plantares (Modificado de Moyer *et al.*, 2011).

Para la anestesia de los nervios metatarsianos plantares el miembro se posiciona sobre el suelo. Se utiliza una aguja #20 a 22 de 1.5 pulgadas (3.8 cm), se inserta alrededor de 1 cm distal a la articulación tarsometatarsiana y axial al segundo o cuarto hueso metatarsiano hasta el punto entre en contacto con el tercer hueso metacarpiano. Se deposita de 2 a 3 ml de solución anestésica (Baxter and Stashak, 2011; Moyer *et al.*, 2011). Anestesiarse los nervios metatarsianos plantares a este nivel desensibiliza los huesos metatarsianos segundo y cuarto y, sus ligamentos interóseos, así como la porción proximal del LSM (Moyer *et al.*, 2011). Aunque no es probable, la solución anestésica puede penetrar erróneamente a la articulación tarsometatarsiana (Figura 57) o en la vaina del tarso (Dyson and Romero, 1993), por lo que se recomienda realizar una antisepsia adecuada de la zona (Baxter and Stashak, 2011).

Los nervios plantares medial y lateral a la misma altura en la que se bloquearon los nervios metatarsianos palmares, con una aguja #25 de 5/8 de pulgada (1.6 cm), se atraviesa la fascia hasta la superficie dorsal del TFDP y se depositan de 2 a 3 ml de solución anestésica. Los nervios plantares generalmente se anestesian con el miembro del caballo sobre el suelo. Si se anestesia el nervio

plantar lateral con gran volumen de anestésico (más de 7 ml), es probable que anestesia su rama profunda, que se divide en los nervios metatarsianos plantares medial y lateral, lo que hace innecesario bloquear los nervios metatarsianos plantares individualmente (Baxter and Stashak, 2011; Moyer *et al.*, 2007). La anestesia del nervio plantar lateral solo a este nivel desensibiliza las mismas estructuras que se desensibilizan mediante anestesia de los nervios metatarsianos plantares medial y lateral. La anestesia del nervio plantar lateral se evalúa mediante la prueba de la falta de sensación en la piel sobre el aspecto plantar del metatarso (Moyer *et al.*, 2011).



Figura 57. Toma radiográfica lateromedial del tarso que muestra el contraste o *dentro de la* articulación tarsometatarsiana y se puede observar el receso plantarodistal que se extiende distalmente hacia el aspecto proximal de la región metatarsiana. La infiltración accidental de esta articulación puede ocurrir en el bloqueo de los nervios metatarsianos plantares (Tomado de Bassage and Ross, 2011).

Todos los aspectos menos el aspecto dorsoproximal del miembro pélvico distal a la articulación tarsometatarsiana se desensibiliza anestesiando los nervios plantares medial y lateral y los nervios metatarsianos plantares. Por lo tanto, se necesita desensibilizar los nervios metatarsianos dorsales (Moyer *et al.*, 2011), esto es de importancia clínica en caso de querer diagnosticar una lesión en la corteza dorsal del tercer metatarsiano (Bassage and Ross, 2011). La anestesia de los nervios metatarsianos dorsales medial y lateral, es a través de una aguja #25 de 5/8 de pulgada (1.6 cm), se deposita 2 ml de solución anestésica en el

aspecto dorsomedial y dorsolateral a nivel distal de la articulación tarsometatarsiana (Moyer *et al.*, 2011). Con mayor frecuencia y por seguridad la anestesia de estos nervios se lleva a cabo con el miembro levantado del suelo (Bassage and Ross, 2011).

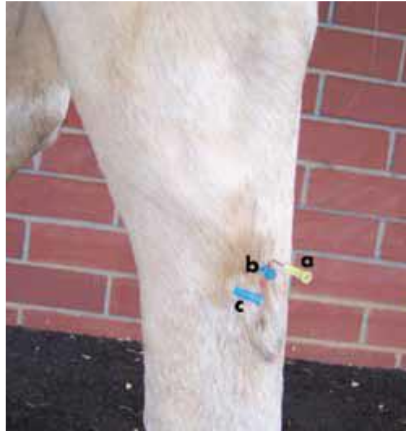


Figura 58. Sitios de punción del bloqueo volar alto de 6 puntos en un miembro pélvico izquierdo. **a)** Nervio metatarsiano plantar lateral, **b)** nervio plantar lateral y **c)** nervio metatarsiano dorsal lateral (Tomado de Moyer *et al.*, 2011).

Bloqueo de la rama profunda del nervio plantar lateral

El bloqueo de la rama profunda del nervio plantar lateral (RPNPIL) se anestesia para orientar al diagnóstico de desmitis proximal del LSM (Gayle and Redding, 2007; Bassage and Ross, 2011; Baxter and Stashak, 2011; Milner *et al.*, 2014). La RPNPIL se encuentra a 1.6 cm aproximadamente debajo del extremo proximal del cuarto hueso metatarsiano (Figura 59). Para el bloqueo se utiliza una aguja #23 de 1 pulgada (2.5 cm) y 5 ml de anestésico. Con el corvejón flexionado se coloca sobre el muslo del clínico (Figura 60), y con la mano libre se desvía medialmente el TFDS el tendón, se inserta la aguja perpendicularmente a la superficie de la piel sobre la superficie plantarolateral del metatarso, la aguja avanza sobre el cuarto hueso metatarsiano y el borde lateral del tendón flexor superficial (Hughes *et al.*, 2007; Moyer *et al.*, 2011). Se depositan 5 ml de anestésico además de desensibilizar la RPNPIL pueden desensibilizarse los nervios metatarsianos plantares medial y lateral, que son ramas de la rama profunda. Por lo tanto, puedes ser similar al bloqueo anterior.

Sin embargo, es poco probable que el bloqueo de la rama profunda provoque la infiltración errónea de la vaina del tarso o de la articulación tarsometatarsiana (Dyson and Romero, 1993).

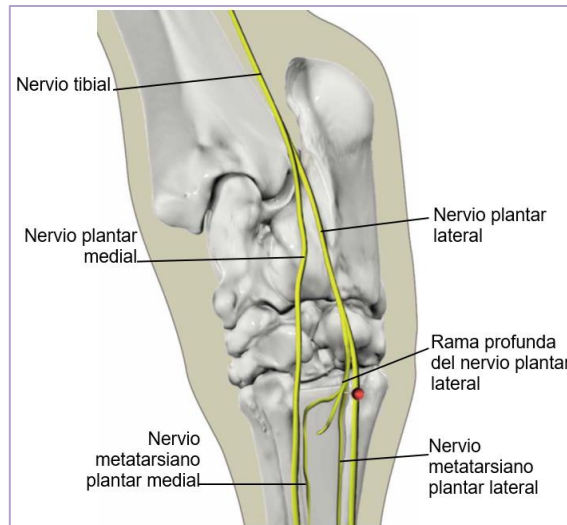


Figura 59. Esquema que muestra el sitio de punción para bloquear la rama profunda del nervio plantar lateral (Modificado de Moyer *et al.*, 2011).



Figura 60. La rama profunda del nervio plantar lateral se anestesia con el corvejón colocado sobre el muslo del clínicus con el corvejón y la articulación del menudillo flexionado en un ángulo de 90° (Tomado de Moyer *et al.*, 2011).

Gayle and Redding (2007) describen otra técnica, con el miembro flexionado se inserta una aguja #18 a 20 de 1.5 pulgadas (3.8 cm) 2 cm distal y plantar al extremo proximal del cuarto metatarso, se dirige dorsoproximalmente y axialmente al hueso (Figura 61). Se avanza la aguja a una profundidad de 1 a 2 cm y se depositan de 5 a 7 ml de anestésico.



Figura 61. La rama profunda del nervio plantar lateral se puede desensibilizar insertando una aguja a 2 cm por debajo del extremo proximal del cuarto hueso metatarsiana, se dirige dorsoproximamente y axialmente al hueso (Tomado de Baxter and Stashak, 2011).

Bloqueo del nervio tibial

El bloqueo del nervio tibial también puede apoyar el diagnóstico de desmitis proximal del LSM (Dyson, 1994; Tóth *et al.*, 2008; Schumacher, 2009; Bassage and Ross, 2011; Burba, 2018).

El nervio tibial se anestesia aproximadamente a 10 cm proximales a la punta del corvejón, craneal al tendón calcáneo común y caudal al TFDP (Figura 62). El nervio se puede palpar como una estructura en forma de cordón con la extremidad en una posición flexionada (Figura 63), por esta razón, realizar este bloqueo puede ser más fácil si la extremidad no soporta peso. Se inserta sobre la superficie lateral una aguja #20 a 22 de 1.5 pulgadas (3.8 cm) y se infiltran 15 a 20 ml de anestésico sobre varios planos de la fascia que recubre al músculo flexor digital profundo. El caballo puede reaccionar violentamente a la colocación de la aguja, debido al contacto de la aguja con el nervio (Bassage and Ross, 2011; Baxter and Stashak; 2011; Moyer *et al.*, 2011), un poco de anestésico infiltrado en la piel y en los tejidos subcutáneos puede minimizar la reacción del caballo al bloqueo (Baxter and Stashak, 2011). La falla para bloquear el nervio es común a pesar de que el nervio se encuentra superficialmente. La anestesia del nervio tibial solo se puede evaluar encontrando una pérdida de la sensación

de la piel entre los bulbos del talón, pero la pérdida de la sensación cutánea es variable (Moyer *et al.*, 2011).

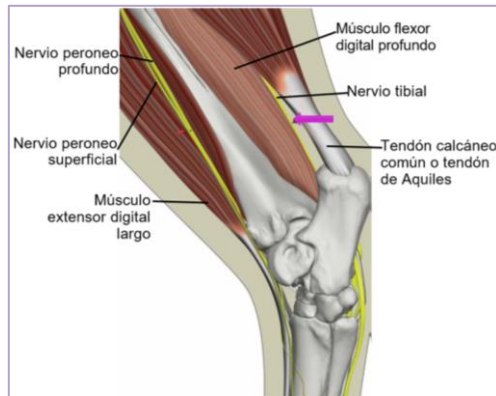


Figura 62. Esquema de la vista lateral del miembro pélvico izquierdo, la flecha señala el sitio de punción para el bloqueo del nervio tibial (Modificado de Moyer *et al.*, 2011).



Figura 63. Bloqueo del nervio tibial que se realiza aproximadamente 4 pulgadas (10 cm) por encima del punto del corvejón sobre la superficie medial de la extremidad, la flecha indica la colocación de la aguja (Tomado de Moyer *et al.*, 2011).

3.2 Analgesia intrarticular

La analgesia intrarticular no se realiza para diagnosticar lesiones en la región metacarpiana o metatarsiana, pero hay bloqueos perineurales que pueden ser positivos cuando la lesión se encuentra en esta región. Por ejemplo, la anestesia de la articulación intercarpiana o tarsometatarsiana puede ser positiva en casos de desmitis proximal del LSM o la anestesia de la articulación del menudillo puede ser positiva en casos de fracturas condilares del tercer hueso metacarpiano o metatarsiano.

4 Imagenología diagnóstica de la región metacarpiana y metatarsiana

El uso de herramientas de imagenología diagnóstica es de gran ayuda para corroborar, orientar o eliminar diagnósticos diferenciales obtenidos con el examen clínico del aparato locomotor y la analgesia diagnóstica, así como para establecer la base de un tratamiento, pronóstico y evolución del caso. En la actualidad existen diferentes técnicas de imagenología, y cada una tiene diferentes ventajas y desventajas con respecto a las demás (Higgins and Snyder, 2006; Ysusi, 2012; Labens *et al.*, 2013; Kaneps, 2014).

4.1 Radiología

El estudio radiológico continúa siendo una herramienta de gran utilidad para el diagnóstico de lesiones del aparato locomotor. La radiografía digital ha venido a proporcionar información adicional al incrementar la calidad de la imagen, sin embargo, se deben de seguir los mismos estándares para poder obtener radiografías diagnósticas de calidad (Valdés and Park, 2011; Nelson and Pease, 2019). Independientemente del sistema radiográfico utilizado, la máquina de rayos X y las prácticas de seguridad radiológica siguen siendo exactamente las mismas para la radiografía convencional o digital (Baxter, 2011b). La función del estudio radiográfico es brindar información sobre huesos y articulaciones, sin embargo, también puede proporcionar información sobre los tejidos blandos, como en las inserciones de tendones, ligamentos y cápsulas articulares (Dyson, 2011). El momento del examen radiográfico también es crítico, porque muchas anomalías radiológicas no estarán presentes hasta al menos 7 a 21 días después del inicio de los signos clínicos. Por lo tanto, los exámenes radiográficos secuenciales pueden ser útiles (Butler *et al.*, 2017).

Tomas radiográficas en la región metacarpiana/metatarsiana

El examen radiográfico de la región metacarpiana o metatarsiana comprende las vistas lateromedial, dorsopalmar/plantar, dorsolateral palmaro/plantaromedial oblicua y dorsomedial palmaro/plantarolateral oblicua, estas tomas generalmente se

realizan con el miembro sobre el suelo (Morgan *et al.*, 1991; Pilsworth, 1996; Farrow, 2006; Weaver and Barakzai, 2010; Dyson, 2011; Butler *et al.*, 2017; Nelson and Pease, 2019). Debido a la longitud de la región se pueden requerir tomas en los extremos proximal o distal con ligera oblicuidad (Weaver and Barakzai, 2010), por ejemplo, la toma dorsoproximal palmarodistal del aspecto distal del tercer hueso metacarpiano, la toma lateromedial flexionada de la región metacarpiana/metatarsiana proximal. En cada caso el clínico determina qué vistas son necesarias y en qué nivel debe centrarse el haz de rayos x. En algunos casos, no se requiere un examen completo, aunque pueden ser necesarias varias vistas con diferencias en el ángulo de proyección, por ejemplo, para la evaluación de una fractura cortical dorsal por estrés del tercer hueso metacarpiano (Butler *et al.*, 2017).

No es necesaria una preparación específica del paciente para el estudio radiográfico, pero en ocasiones se requiere la sedación (Pilsworth, 1996; Weaver and Barakzai, 2010).

En casos de evaluar la región metacarpiana o metatarsiana en potros es importante mencionar que la placa de crecimiento proximal del tercer hueso metacarpiano y metatarsiano se cierra al nacer, la placa de crecimiento distal se cierra radiográficamente aproximadamente a los 3–6 meses de edad (Figura 63) (Morgan *et al.*, 1991; Farrow, 2006; Butler *et al.*, 2017). Los pequeños metacarpianos poseen una placa de crecimiento distal, que se osifica a los tres meses, pero puede permanecer sin osificarse hasta los dos años de edad (Morgan *et al.*, 1991).

Toma lateromedial (LM)

La toma lateromedial resalta la corteza dorsal del tercer hueso metacarpiano/metatarsiano y el aspecto palmar/plantar de los metacarpianos o metatarsianos rudimentarios (Figura 66). El segundo y cuarto hueso metacarpiano/metatarsiano se superponen en esta toma (Weaver and Barakzai, 2010). La vista lateromedial generalmente se obtiene con el miembro soportando peso (Butler *et al.*, 2017).

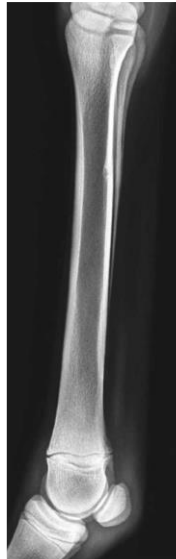


Figura 64. Toma lateromedial de la región metacarpiana de un potro normal de 1 día de edad (Tomado de Butler *et al.*, 2017).

El posicionamiento del chasis es sobre la superficie medial de la región metacarpiana/metatarsiana, alineado con el eje dorsopalmar de los huesos. El rayo se centra en el punto medio de la región o, en el área de interés (Figura 65) (Morgan *et al.*, 1991; Weaver and Barakzai, 2010; Dyson, 2011).

En esta toma se observa el contorno cortical dorsal del tercer hueso metacarpiano puede ser recto y el del tercer hueso metatarsiano es ligeramente convexo, particularmente en su tercio distal (Figura 67). La corteza dorsal es más gruesa que la corteza palmar/plantar. En ocasiones la corteza dorsal del tercer hueso metacarpiano o metatarsiano puede ser inusualmente convexa o más gruesa de lo normal como resultado de un traumatismo previo. Es importante mencionar que en el aspecto dorsoproximal del tercer hueso metatarsiano se puede encontrar como hallazgo incidental un osteofito o enteseofito (por la unión del ligamento tarsometatarsiano, el tendón *peroneus tertius* o por el tendón tibial craneal) que puede no ser de importancia clínica (Figura 68) (Butler *et al.*, 2017). La superficie palmar proximal del tercer hueso metacarpiano, se puede observar el foramen nutricio en la unión de los tercios proximal y medio y puede confundirse con una fractura cortical no desplazada (Alejandro and Park, 2011).

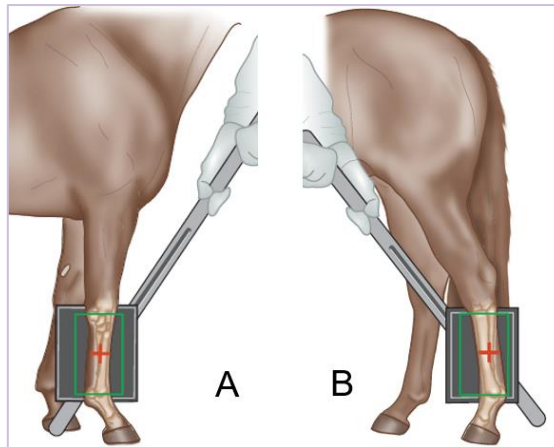


Figura 65. Posición del paciente y del chasis para obtener una toma lateromedial de la región metacarpiana **(A)** y metatarsiana **(B)**, la cruz roja indica el posicionamiento del rayo y el recuadro verde señala la colimación (Tomado de Weaver and Barakzai, 2010).

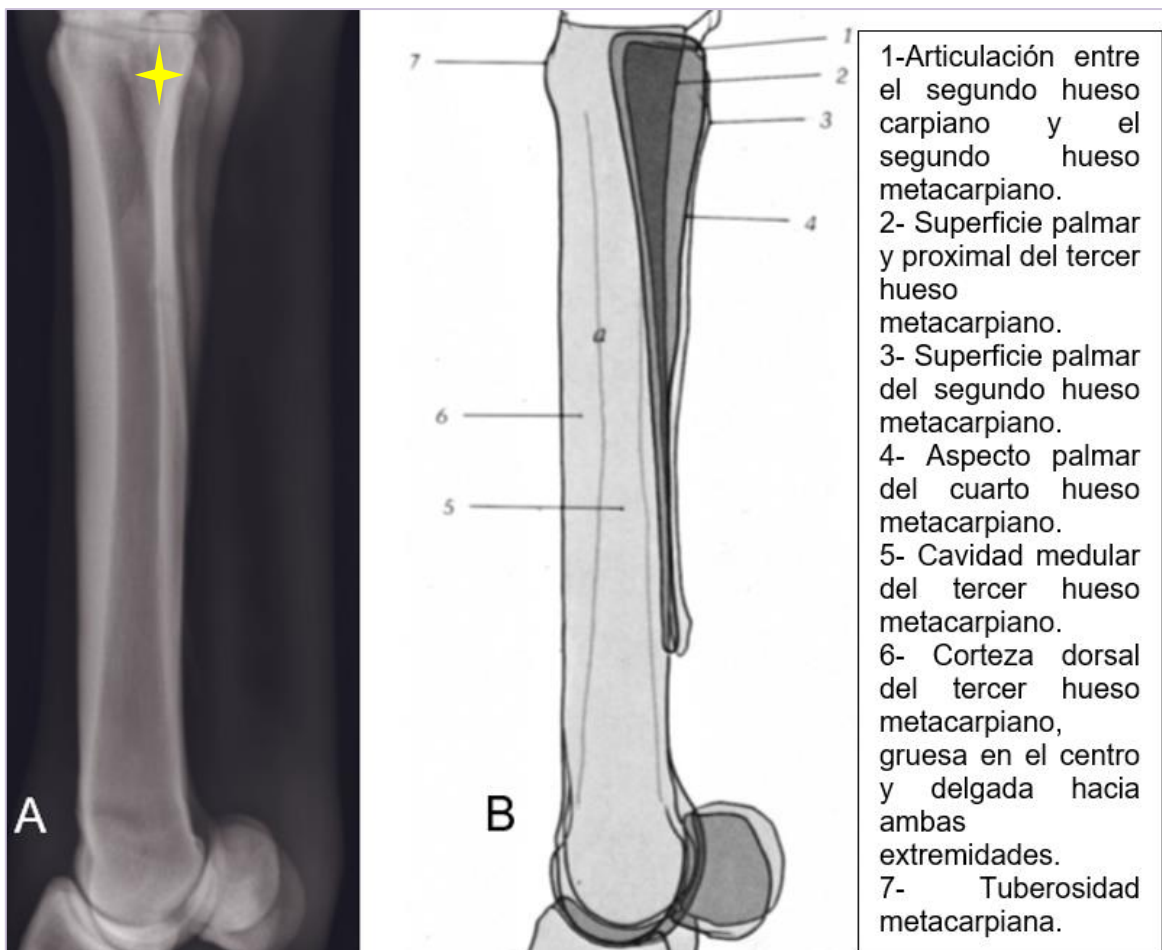


Figura 66. **A)** Toma lateromedial de la región metacarpiana. **B)** Esquema de la toma lateromedial, (a) tercer hueso metacarpiano (Valdés and Park, 2011).

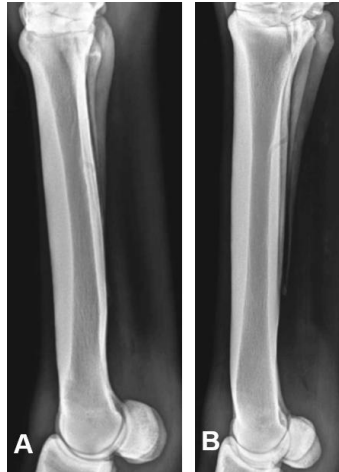


Figura 67. **A)** Toma radiográfica lateromedial de la región metacarpiana, se observa la superficie dorsal plana en comparación del miembro pélvico. **B)** Toma lateromedial de la región metatarsiana se puede observar el aspecto dorsal que es ligeramente convexo (Tomado Butler *et al.*, 2017).

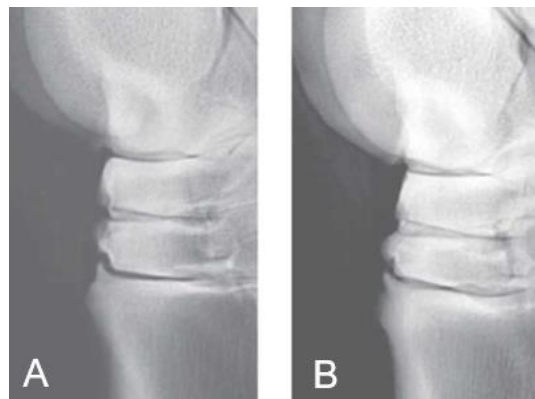


Figura 68. **A)** Toma lateromedial del corvejón y parte proximal del tercer metatarsiano en donde se observa una osteofito en la superficie dorsoproximal del tercer hueso metatarsiano. **B)** Toma lateromedial del corvejón y del aspecto proximal del tercer hueso metatarsiano, se puede observar un osteofito periarticular en la superficie dorsoproximal del tercer hueso metatarsiano. Ambos sin relevancia clínica (Tomado de Butler *et al.*, 2017).

Toma dorsopalmar/plantar (DP)

Esta toma destaca los aspectos medial y lateral del tercer hueso metacarpiano o metatarsiano, y los aspectos medial y lateral del segundo y cuarto hueso metacarpiano, respectivamente (Figura 70) (Weaver and Barakzai, 2010). Esta vista enfocada en el aspecto proximal del tercer hueso metacarpiano se puede utilizar

para observar el área del origen del LSM (Figura 72) (O'Brien, 2005; Weaver and Barakzai, 2010).

El chasis se coloca verticalmente en el aspecto palmar/plantar de la región metacarpiana o metatarsiana. El rayo primario debe ser horizontal y centrado en el punto medio de la región o, alternativamente, en el área de interés, la colimación del haz primario debe incluir el área de interés (Figura 69) (Morgan *et al.*, 2011; Weaver and Barakzai, 2010).

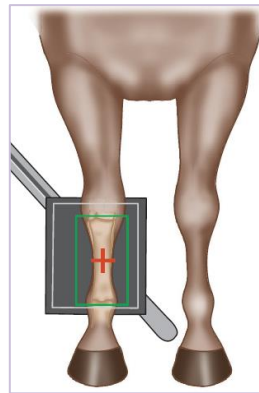


Figura 69. Colocación del chasis, la cruz roja señala la posición del rayo y el recuadro verde la colimación para obtener una toma radiográfica de la región metacarpiana o metatarsiana (Tomado de Weaver and Barakzai, 2010).

En el hueso subcondral se pueden observar forámenes nutricios pequeños. Los cuartos proximal y distal del tercer hueso metacarpiano tienen un patrón trabecular grueso y radiopaco, las trabéculas están orientadas paralelas al eje largo del hueso (Figura 71) (Butler *et al.*, 2017; Dyson and Biggi, 2018). En el tercio proximal del tercer metacarpiano se pueden observar los sitios de origen de las cabezas medial y lateral normales del LSM (Figura 72) con un patrón trabecular fino, el daño al origen del LSM puede identificarse como remodelación ósea o como una línea de fractura en el tercer hueso metacarpiano (Pilsworth, 1996; O'Brien, 2005). En la unión del tercio proximal y el tercio medio se observa el foramen nutricio, es un zona ovalada radiolúcida que se encuentra superpuesta a la cavidad medular, ocasionalmente el foramen nutricio puede tener apariencia lineal, e incluso puede haber más de un foramen (Butler *et al.*, 2017; Dyson and Biggi, 2018). Los huesos sesamoideos proximales se superponen sobre el extremo distal del tercer hueso

metacarpiano y metatarsiano: la posición de estos huesos depende del ángulo de proyección (Butler *et al.*, 2017).

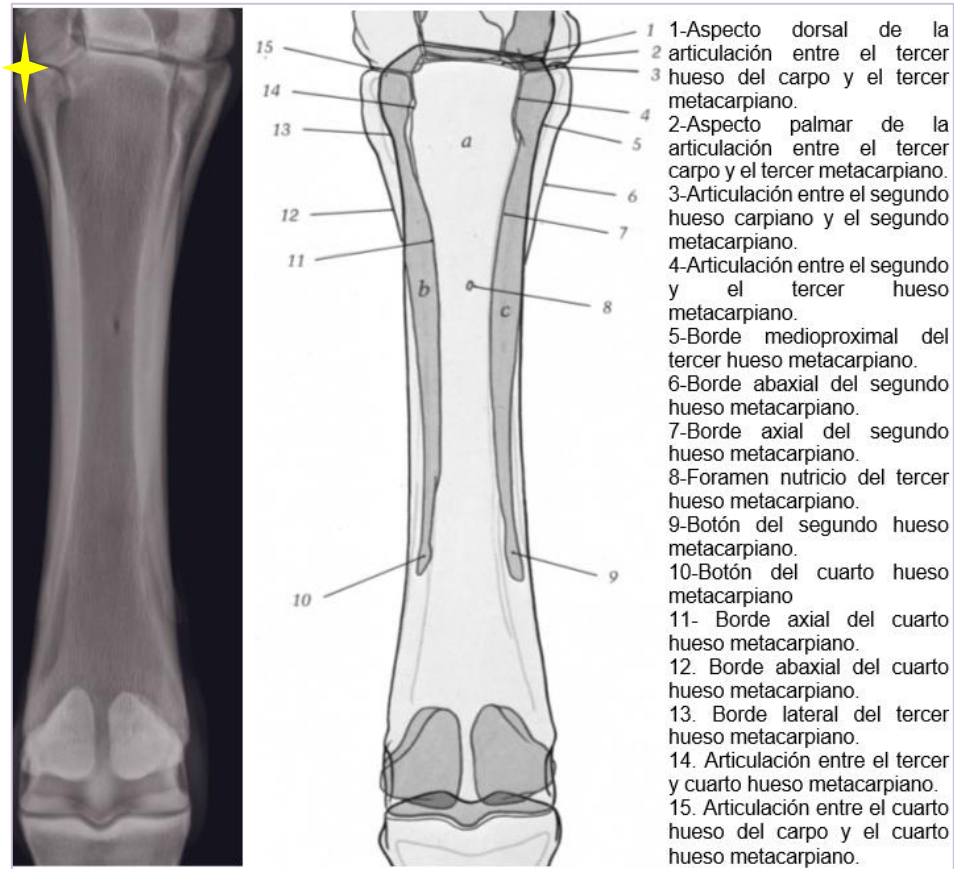


Figura 70. Toma dorsopalmar de la región metacarpiana, **a)** tercer hueso metacarpiano, **b)** cuarto hueso metacarpiano y **c)** segundo hueso metacarpiano (Tomado de Valdés and Park, 2011).



Figura 71. Toma dorsopalmar del tercio proximal de la región metacarpiana, las flechas señalan forámenes nutricios pequeños en el hueso subcondral y se puede observar un patrón trabecular radiopaco, las trabéculas están orientadas paralelas al eje largo del hueso (Modificado de Butler *et al.*, 2017).

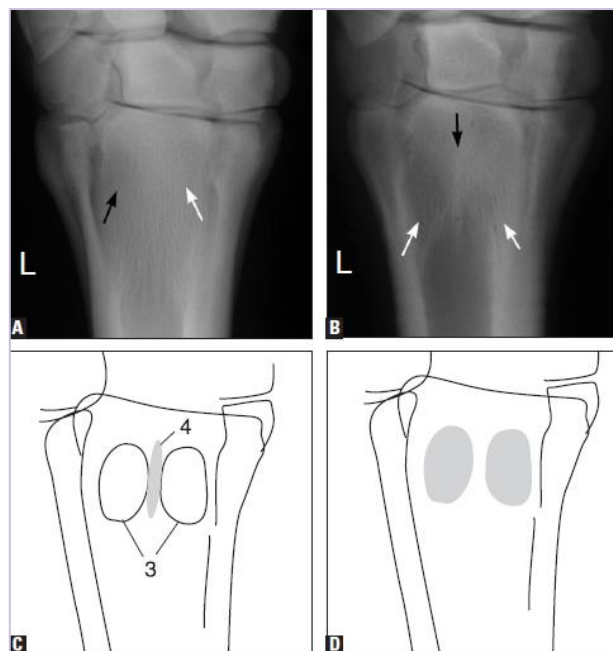


Figura 72. Tomas dorsopalmares de la región metacarpiana proximal. **A)** La flecha blanca señala la cabeza medial del LSM, y la flecha negra señala la lateral. **B)** Se muestran los hallazgos radiográficos asociados con la remodelación palmarproximal. **C)** El número 3 señala la zona donde se observa un patrón trabecular grueso y el número 4 señala el aumento de densidad entre los sitios de unión de las dos inserciones del LSM. **D)** En casos crónicos se observa una mayor densidad y reacción perióstica (Tomado de O'Brien, 2005).

Toma dorsomedial palmaro/plantarolateral oblicua (DM-PaLO)

La toma dorsomedial palmarolateral resalta los aspectos dorsolaterales y palmaromediales del segundo y tercer hueso metacarpiano o metatarsiano (Figura 74) (Morgan *et al.*, 1991; Weaver and Barakzai, 2010; Butler *et al.*, 2017).

El chasis se mantiene verticalmente en el aspecto palmarolateral de la región metacarpiana o metatarsiana y debe ser perpendicular a la dirección del rayo. El haz primario debe ser horizontal y centrado en el área de interés (Figura 73) (Weaver and Barakzai, 2010).

En algunos casos puede haber una o más zonas radiolúcidas mal definidas en la base del segundo hueso metacarpiano y se asocia con la presencia del primer hueso del carpo (Figura 75) (Butler *et al.*, 2017; Dyson and Biggi, 2018).

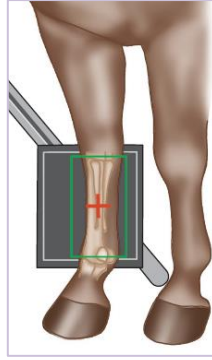


Figura 73. Posición del paciente para la toma dorsomedial palmarolateral oblicua de la región metacarpiana, la cruz roja señala el sitio del rayo y el recuadro verde la colimación (Tomado de Weaver and Barakzai, 2010).

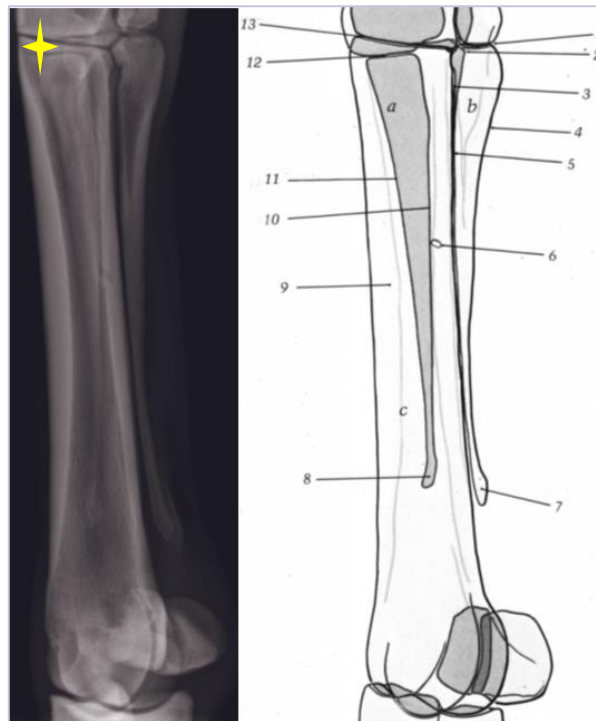


Figura 74. Toma dorsomedial palmarolateral oblicua, a) Cuarto hueso metacarpiano, b) segundo hueso metacarpiano, c) tercer hueso metacarpiano, 1- articulación entre el segundo hueso carpiano y el segundo metacarpiano, 2-ángulo medial palmar proximal del tercer hueso metacarpiano, 3- unión entre el segundo y el tercer hueso metacarpiano, 4- superficie palmar del segundo hueso metacarpiano, 5-borde dorsal del segundo hueso metacarpiano, 6- foramen nutricio en la superficie palmar del tercer hueso metacarpiano, 7-extremo distal del segundo hueso metacarpiano, 8-extremo distal del cuarto hueso metacarpiano, 9-corteza dorsolateral del tercer hueso metacarpiano, 10-superficie palmar del cuarto hueso metacarpiano, 11-superficie dorsal del cuarto hueso metacarpiano, 12-articulación entre el cuarto hueso del carpo y el cuarto hueso metacarpiano y 13-articulación entre el tercer carpo y el tercer hueso metacarpiano (Tomado de Valdés and Park, 2011).



Figura 75. Toma dorsomedial palmarolateral oblicua de los huesos del carpo y de la región metacarpiana proximal. La flecha señala el primer hueso carpiano y parece articularse tanto con el segundo hueso carpiano como con el segundo hueso metacarpiano, la superficie palmar distal del segundo hueso carpiano y la superficie palmar proximal del segundo hueso metacarpiano son radiolúcidas (Tomado de Butler *et al.*, 2017).

También es posible observar que los huesos metacarpianos segundo y cuarto se sobreponen parcialmente sobre el tercer hueso metacarpiano, se puede observar líneas radiolúcidas, estas líneas también se conocen como bandas de Mach y se deben a que un borde de hueso se cruza a otro (Figura 76), por lo tanto no deben confundirse con fracturas; las bandas de Mach pueden ser más evidentes con radiografías digitales (Butler *et al.*, 2017; Dyson and Biggi, 2018).



Figura 76. Toma dorsomedial palmarolateral oblicua, las flechas negras señalan una línea de Mach y las flechas blancas señalan una línea radiolúcida que corresponde a un foramen nutricio (Tomado de Butler *et al.*, 2017).

Toma dorsolateral palmaro/plantaromedial oblicua (DL-PaMO)

La toma dorsolateral palmaro/plantaromedial resalta los aspectos dorsomedial y palmaro/plantarolateral del tercer y cuarto hueso metacarpiano o metatarsiano (Figura 78). El chasis se coloca verticalmente en el aspecto palmaromedial de la

región metacarpiana o metatarsiana (Figura 77) (Morgan *et al.*, 1991; Weaver and Barakzai, 2010).

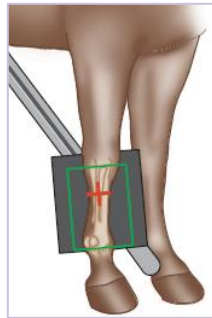


Figura 77. Posición del paciente para la toma dorsomedial palmarolateral oblicua de la región metacarpiana, la cruz roja señala el sitio del rayo y el recuadro verde la colimación (Tomado de Weaver and Barakzai, 2010).

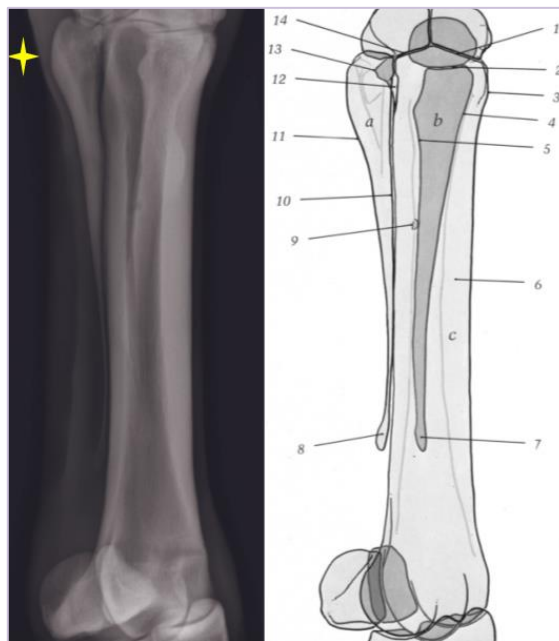


Figura 78. Toma dorsolateral palmaromedial oblicua, a) cuarto hueso metacarpiano, b) segundo hueso metacarpiano, c) tercer hueso metacarpiano, 1-articulación entre el tercer hueso carpiano y el tercer hueso metacarpiano, 2-articulación entre el segundo hueso carpiano y el segundo hueso metacarpiano, 3-tuberosidad metacarpiana en la superficie dorsomedial del tercer hueso metacarpiano en la parte proximal, 4-superficie dorsal del segundo hueso metacarpiano, 5-superficie palmar del segundo hueso metacarpiano, 6-corteza dorsomedial del tercer hueso metacarpiano, 7-extremo distal del segundo hueso metacarpiano, 8- extremo distal del cuarto hueso metacarpiano, 9- foramen de nutrientes en la superficie palmar del tercer hueso metacarpiano, 10-borde dorsal del cuarto hueso metacarpiano, 11-borde palmar del cuarto hueso metacarpiano, 12-articulación entre los huesos metacarpianos tercero y cuarto, 13-ángulo proximal-palmar-lateral del tercer hueso metacarpiano y 14-articulación entre el cuarto hueso carpiano y el tercer hueso metacarpiano (Tomado de Alejandro and Park, 2011).

El foramen nutricio principal del tercer hueso metacarpiano puede observarse como una línea radiolúcida a través del segundo o cuarto hueso metacarpiano y no debe confundirse con una fractura (Farrow, 2006; Butler *et al.*, 2017; Dyson and Biggi, 2018) (Figura 79).

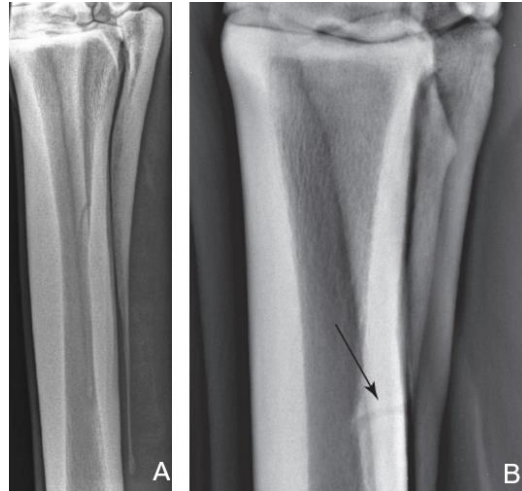


Figura 79. Toma dorsolateral plantaromedial, se observa una línea radiolúcida que cruza el segundo hueso metatarsiano que corresponde a un foramen nutricio (Tomado de Butler *et al.*, 2017).

Dorsal 10° proximal palmarodistal oblicua del metacarpo distal

Esta toma es útil para la identificación de fracturas condilares de la región metacarpiana o metatarsiana distal. El ángulo de 10° del haz de rayos X proyecta los huesos sesamoideos proximales por encima del espacio articular, que una vista dorsopalmar, por lo que proporciona una imagen más clara de los cóndilos distales del tercer hueso metacarpiano o metatarsiano al evitar la sobreposición de los sesamoideos proximales (Figura 81) (Weaver and Barakzai, 2010; Butler *et al.*, 2017).

Esta vista se obtiene con la flexión de la articulación del menudillo, se coloca el pie como si fuera una proyección de "pedal vertical" con la pared del casco dorsal orientada verticalmente. El chasis se mantiene perpendicular al haz de rayos X, lo más cerca posible del aspecto palmar de la articulación del menudillo. La colimación debe incluir el tercio distal del tercer hueso metacarpiano (Figura 80) (Weaver and Barakzai, 2010; Butler *et al.*, 2017).

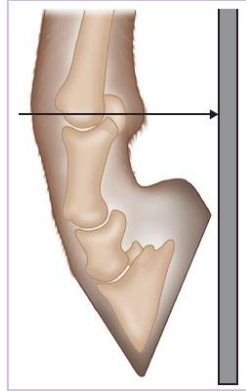


Figura 80. Posición del miembro, chasis y la flecha señala la dirección del haz de rayos X para obtener una vista oblicua dorsal 10 ° proximal palmarodistal oblicuo de la región metacarpiana o metatarsiana distal (Tomada de Weaver and Barakzai, 2010).



Figura 81. **A)** Toma dorsopalmar de la región metacarpiana, las flechas señalan la superposición de los sesamoideos proximales con los cóndilos del tercer hueso metacarpiano. **B)** Toma dorsal 10° proximal palmarodistal oblicua de la misma región, en esta toma los huesos sesamoideos proximales se posicionan hacia proximales (Tomado de Butler *et al.*, 2017).

Vista dorsodistal-palmarproximal del metacarpo distal

Esta vista se utiliza para resaltar el aspecto palmar de los cóndilos metacarpianos y es particularmente útil para determinar si la fragmentación palmar está presente en caballos con fracturas condilares del tercer hueso metacarpiano (Weaver and Barakzai, 2010; Butler *et al.*, 2017).

El caballo debe colocarse con el pie colocado en una ligera extensión sobre un bloque de madera, el chasis se mantiene paralelo a la región

metacarpiana/metatarsiana sobre la superficie palmar o plantar del menudillo. El haz primario se dirige a 15° disto-proximalmente, por arriba de la articulación de menudillo. La colimación debe incluir el tercio distal de la región metacarpiana/metatarsiana y la articulación del menudillo (Figura 82) (Weaver and Barakzai, 2010; Butler *et al.*, 2017).

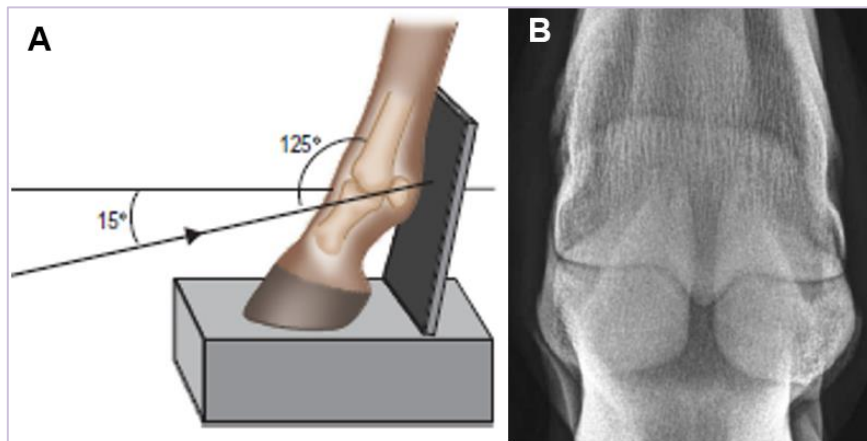


Figura 82. **A)** Posicionamiento del bloque, el miembro y el miembro y dirección del rayo para la toma dorsodistal palmarproximal oblicua (Tomado de Weaver and Barakzai, 2010). **B)** Toma dorsodistal palmarproximal oblicua, se observan los huesos sesamoideos proximales superpuestos sobre la articulación del menudillo y se puede ver el aspecto palmar de los cóndilos del tercer metacarpiano (Tomado de Butler *et al.*, 2017).

4.2 Ultrasonido

El ultrasonido es usado ampliamente para evaluar las estructuras tendinosas y ligamentosas para identificar, confirmar y controlar las lesiones de tejidos blandos, aunque también para la evaluación de superficies óseas, fracturas de huesos largos, osteítis, osteomielitis, penetración de un cuerpo extraño, etc. En casos de cirugía, ayuda a determinar el abordaje quirúrgico; al igual que cuando se realizan infiltraciones guiadas en o alrededor de tendones y ligamentos (Denoix, 1994; Reef, 1998; Rantanen *et al.*, 2011; Redding, 2011; Denoix and Bertoni, 2015; Nazem *et al.*, 2015; Padaliya *et al.*, 2015; González, 2018).

Las lesiones se observan como variaciones en cuanto a la ecogenicidad dependiendo del tamaño, forma y tiempo en que se examinen. Es necesario realizar

una comparación con el miembro opuesto, ya que en algunos casos se puede encontrar un hallazgo adicional y se vuelve más aparente al comparar los miembros (Denoix, 1994; Rantanen *et al.*, 2011; González, 2018).

Para la evaluación de la región metacarpiana o metatarsiana se requiere un transductor lineal de alta frecuencia (7.5–16 MHz), aunque puede ser útil un transductor microconvexo para observar el aspecto proximal del LSM. El uso de una almohadilla (standoff pad) es esencial para obtener imágenes de las estructuras más superficiales (Rantanen *et al.*, 2011; Redding, 2011; Smith and Cauvin, 2014).

Antes de realizar la evaluación ultrasonográfica la zona debe de estar limpia, ya que el aire, el pelo, las costras y la suciedad pueden producir artefactos y reducen la calidad de la imagen. El pelo puede o no recortarse, si no se recorta se recomienda humedecer la región algunos minutos. Posteriormente se aplica alcohol y gel para mejorar el contacto (Reef, 1998; Rantanen *et al.*, 2011; Smith and Cauvin, 2014; Padaliya *et al.*, 2015).

La evaluación se realiza de proximal a distal, primero en planos transversales y luego en planos longitudinales (Figura 83), seguido de cualquier vista oblicua apropiada. Se puede evaluar la región metacarpiana y metatarsiana con el miembro cargando peso (Smith and Cauvin, 2014), sin embargo, la evaluación ultrasonográfica del aspecto proximal del LSM en el miembro pélvico también se recomienda con el miembro flexionado (Denoix and Bertoni, 2015).

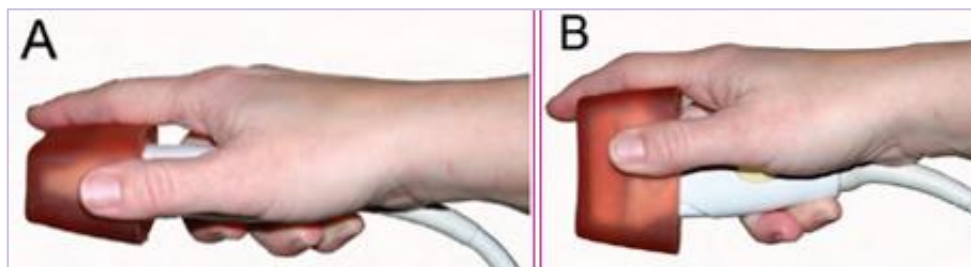


Figura 83. Técnicas para la obtención de imágenes musculoesqueléticas con un transductor lineal, **A)** toma trasversal; **B)** toma longitudinal (Tomado de Whitcomb, 2009).

Para fines de referencia en la región, se han descrito varios sistemas para determinar el nivel de donde se realiza la evaluación ultrasonográfica. El sistema más utilizado consiste en dividir la región metacarpiana en tres zonas iguales desde la articulación carpometacarpiana hasta la parte proximal del ligamento anular palmar de la articulación del menudillo, las zonas van del 1 al 3 de proximal a distal. La región metatarsiana se divide en cuatro zonas (1-4), la zona 1 que se extiende desde el tubérculo calcáneo hasta la articulación tarsometatarsiana. Tanto en el miembro torácico como en el miembro pélvico cada una de las zonas se divide en dos, llamadas a y b. El área del menudillo generalmente tiene una división más que se le llama 3c en el miembro torácico y 4c en el miembro pélvico (Figura 84). Este sistema tiene la ventaja de no depender del tamaño del animal, sino que se basa en características anatómicas específicas (Rantanen *et al.*, 2011; Redding, 2011; Smith and Cauvin, 2014). Algunos autores usan un esquema numérico simple en el miembro pélvico con niveles del 1 al 7 y en el miembro torácico con niveles del 1 al 9. Estos niveles son las mismas zonas mencionadas anteriormente pero sin las designaciones de letras (Redding, 2011; Padaliya *et al.*, 2015).

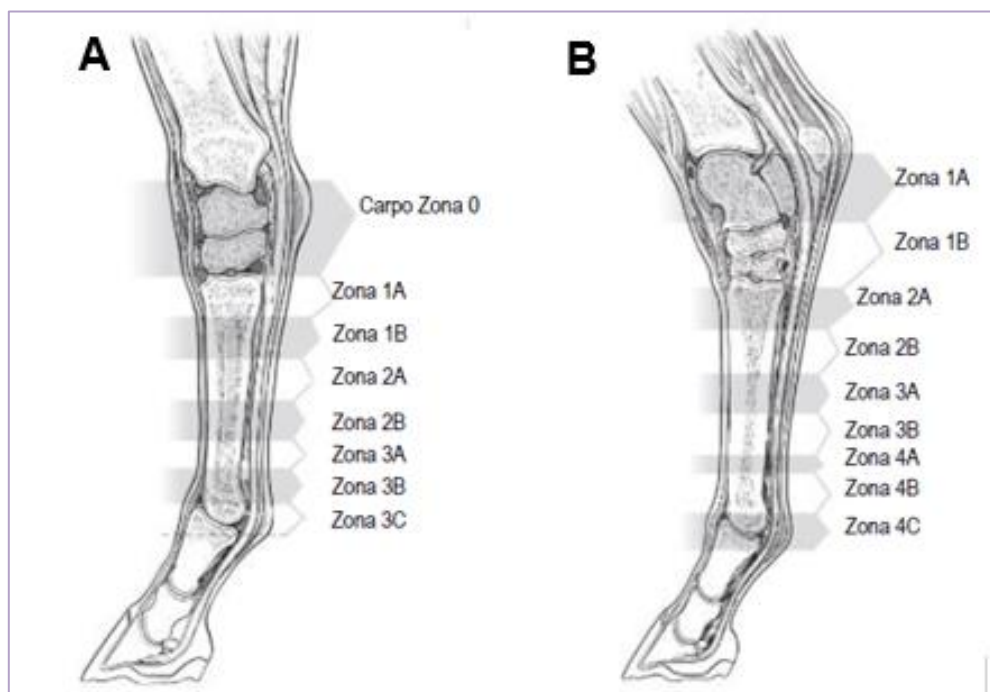


Figura 84. Esquema de las zonas de evaluación ultrasonográfica de la región metacarpiana (A) y metatarsiana (B) (Modificado de Rantanen *et al.*, 2011).

4.2.1 Evaluación ultrasonográfica en el miembro torácico

Zona 1A

La zona 1A (Figura 85) se extiende distal a la base del hueso carpiano accesorio. En esta zona el TFDS es ovalado y tiene un borde plano dorsalmente adyacente al TFDP. El TFDP es triangular y el borde lateral es más redondeado. El ligamento accesorio del TFDP y el LSM son rectangulares, sus bordes laterales pueden no ser visibles desde la línea media palmar; por lo tanto, el transductor debe moverse medial y lateralmente. En la mayoría de los caballos, se observa líquido anecoico entre el borde dorsal del ligamento accesorio del TFDP y el borde palmar del LSM que corresponde a la vaina carpiana (Rantanen *et al.*, 2011; Redding, 2011). En ocasiones se puede observar un espacio anecoico entre el TFDP y su ligamento accesorio, corresponde a la vaina del tendón flexor carpiano (Smith and Cauvin, 2014).

Denoix *et al.* (2008) menciona que se debe evaluar los dos lóbulos del LSM y se puede realizar con el miembro cargando peso, con el miembro en flexión (Figura 86), con un transductor lineal o convexo, y desde diferentes vistas transversales, longitudinales y oblicuas.

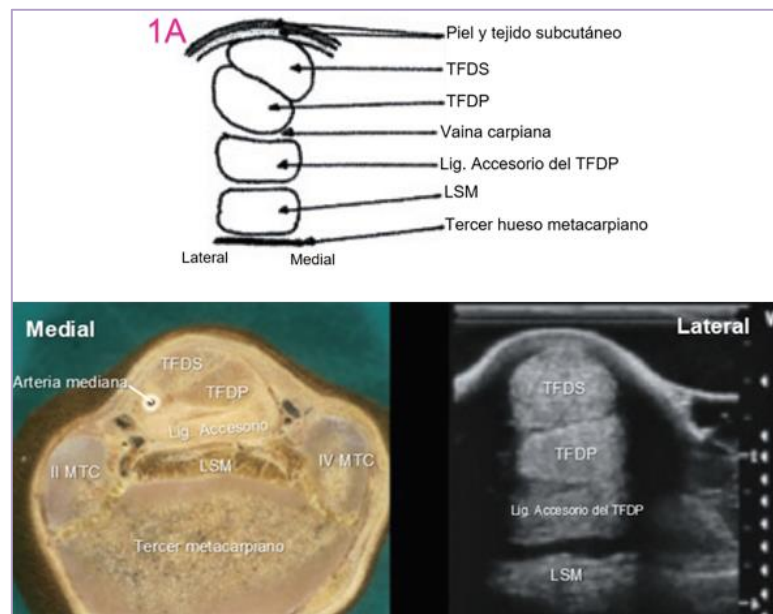


Figura 85. Anatomía ultrasonográfica normal del aspecto palmar de la región metacarpiana en la zona 1A (Modificado de Smith and Cauvin, 2014).

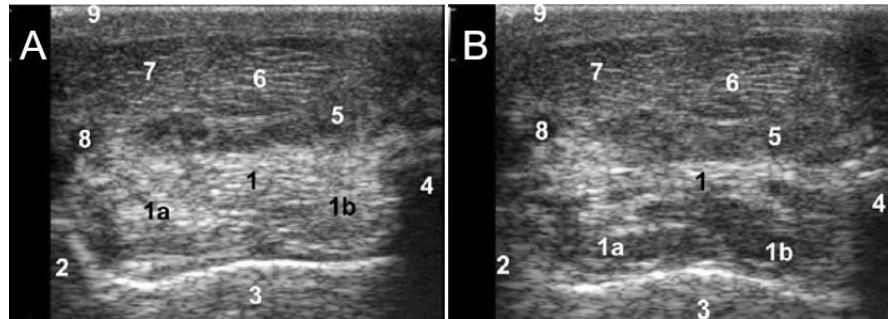


Figura 86. Ultrasonidos transversales de la región metacarpiana proximal adquirida con un transductor lineal con el miembro flexionado. A) Toma perpendicular y B) Toma oblicua. 1a- lóbulo medial del LSM, 1b- lóbulo lateral del LSM, 2- segundo hueso metacarpiano, 3- tercer hueso metacarpiano, 4- cuarto hueso metacarpiano, 5- ligamento accesorio del TFDP, 6- TFDP, 7- TFDS, 8- arteria digital común palmar medial y 9- piel (Tomado de Denoix, 2008).

Zona 1B

En la zona 1B, el TFDS parece aplanarse y el TFDP se vuelve más redondeado. El ligamento accesorio se inclina hacia el TFDP. En ocasiones, el borde dorsal del LSM puede ser difícil de identificar debido a la densidad del tejido conectivo fibroso periligamentoso (Figura 87) (Rantanen *et al.*, 2011; Redding, 2011).

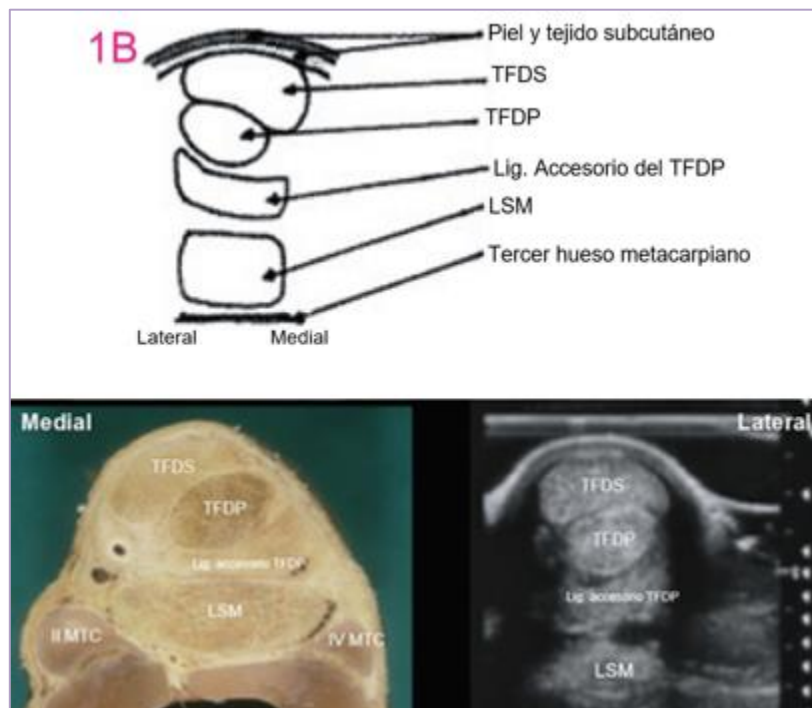


Figura 87. Anatomía ultrasonográfica normal del aspecto palmar de la región metacarpiana en la zona 1A (Modificado de Smith and Cauvin, 2014).

Zona 2A

En esta zona el TFDS es ovalado, el TFDP es ligeramente redondo, el ligamento accesorio del TFDP se estrecha de palmar a dorsal y el LSM aumenta de área y se observa separado de la corteza palmar del tercer hueso metacarpiano. Los vasos metacarpianos se pueden ver medial y lateralmente (Figura 88) (Redding, 2011).

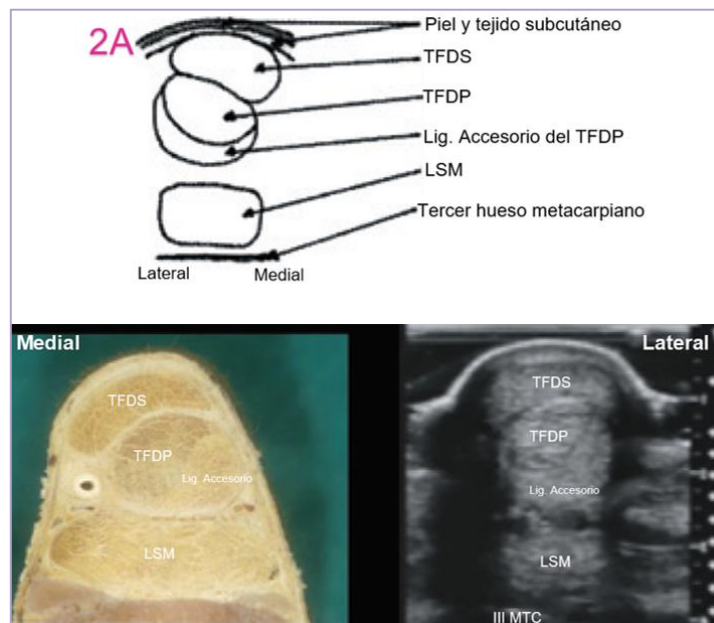


Figura 88. Anatomía ultrasonográfica normal del aspecto palmar de la región metacarpiana en la zona 2A (Modificado de Smith and Cauvin, 2014).

Zona 2B

El TFDS se hace más plano y el ligamento accesorio ya está estrechamente asociado al TFDP. En este nivel, la vaina carpiana todavía se puede identificar. Una característica única de esta zona es un nervio oblicuo que se ubica por vía subcutánea en la superficie palmar de la SDFT (Rantanen *et al.*, 2011; Redding, 2011). Los bordes lateral y medial del LSM se vuelven redondeados. Los vasos metacarpianos convergen hacia la línea media entre el ligamento accesorio y el LSM (Redding, 2011; Smith and Cauvin, 2014) (Figura 89).

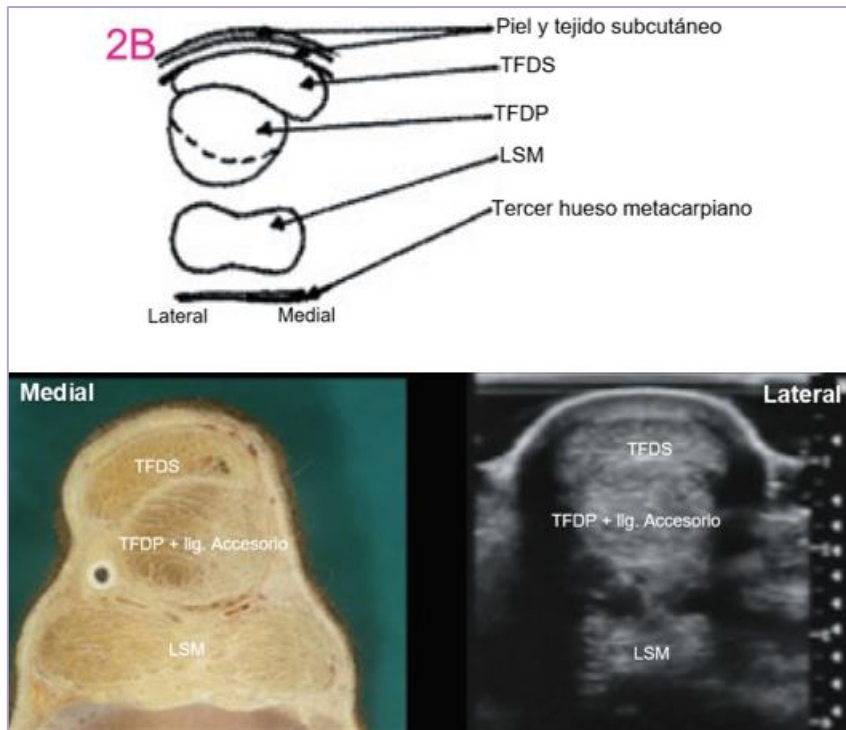


Figura 89. Anatomía ultrasonográfica normal del aspecto palmar de la región metacarpiana en la zona 2B (Modificado de Smith and Cauvin, 2014).

Zona 3A

En esta zona el TFDS tiene forma de media luna y es más pequeño de palmar a dorsal pero más ancho de medial a lateral. El ligamento accesorio se inserta en el TFDP. La vaina carpiana generalmente no se aprecia en esta zona. La zona 3A está próxima a la bifurcación del LSM, pero sigue siendo una estructura única, pero los bordes medial y lateral se vuelven más redondeados y la región central puede ser menos ecogénica (Figura 90) (Rantanen *et al.*, 2011; Redding, 2011; Nazem *et al.*, 2015).

Zona 3B

La zona 3B es más grande que las zonas proximales y es la región en la que el LSM se bifurca en ramas medial y lateral. Las ramas del LSM deben examinarse individualmente desde los aspectos palmaromediales y palmarolaterales de la extremidad con una almohadilla de separación (Figura 91) (Rantanen *et al.*, 2011; Redding, 2011).

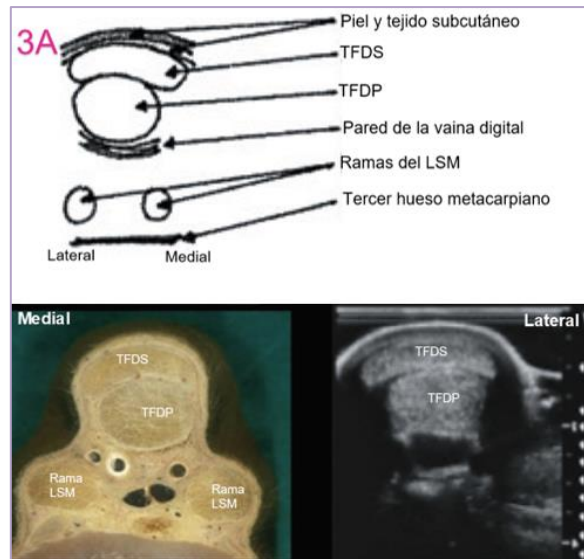


Figura 90. Anatomía ultrasonográfica normal del aspecto palmar de la región metacarpiana en la zona 3A (Modificado de Smith and Cauvin, 2014).

Zona 3C

La zona 3C comienza a nivel de los sesamoideos proximales y se extiende a través de la articulación del menudillo (Redding, 2011). Las características de esta zona son la presencia de las sombras óseas de los huesos sesamoideos proximales, el ligamento anular palmar y el ligamento intersesamoideo (Figura 92) (Rantanen *et al.*, 2011).

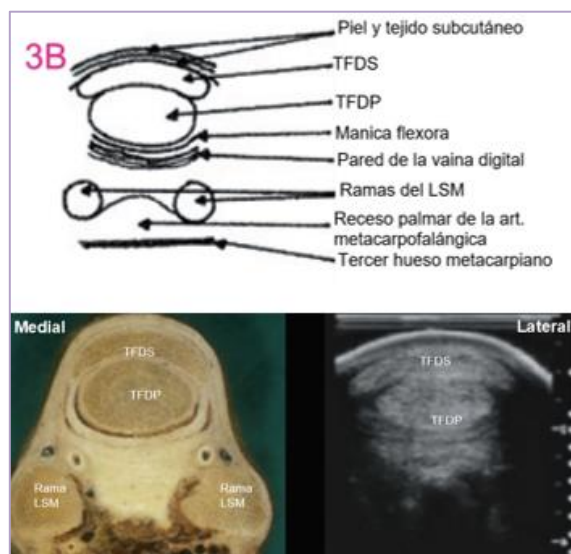


Figura 91. Anatomía ultrasonográfica normal del aspecto palmar de la región metacarpiana en la zona 3B (Modificado de Smith and Cauvin, 2014).

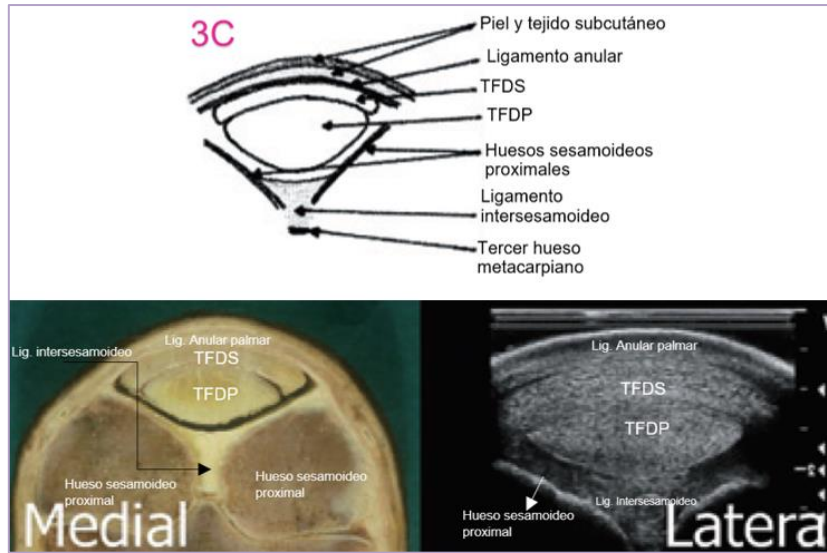


Figura 92. Anatomía ultrasonográfica normal del aspecto palmar de la región del menudillo en la zona 3C (Modificado de Smith and Cauvin, 2014).

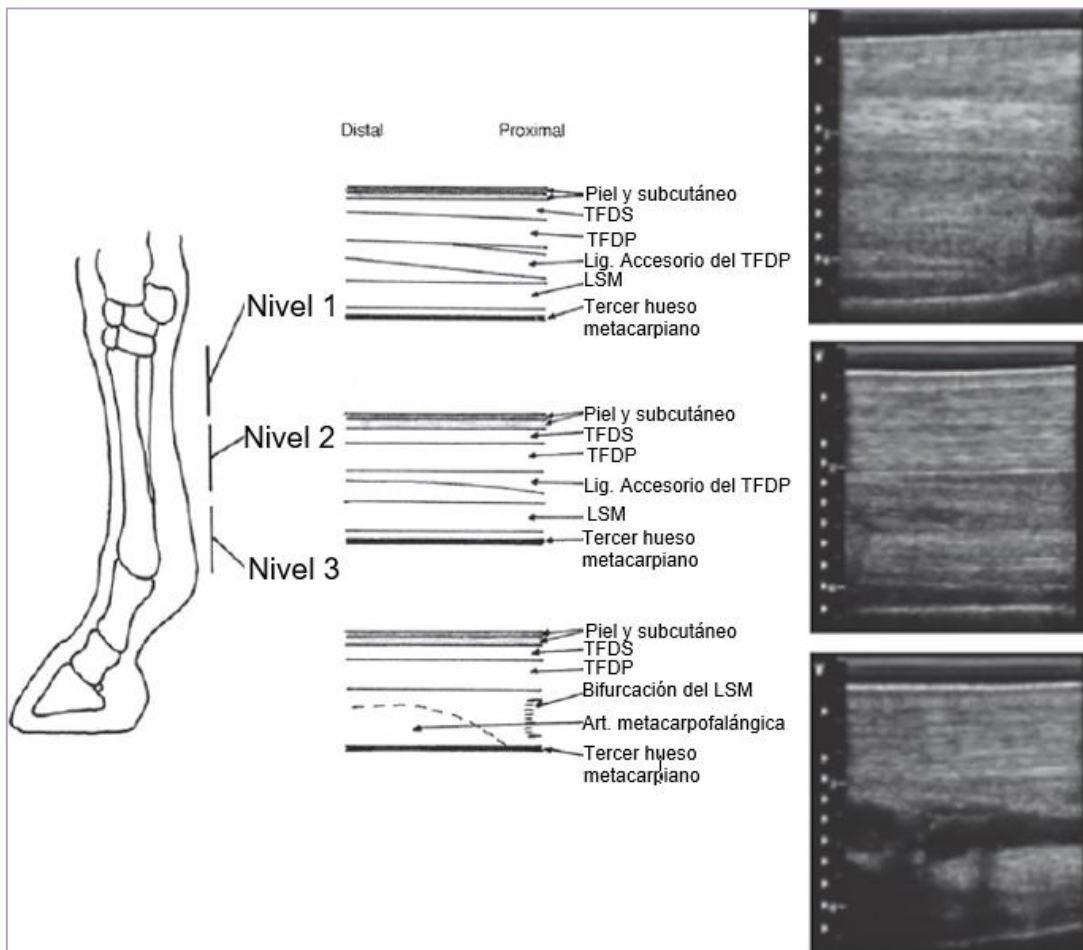


Figura 93. Esquema de la evaluación ultrasonográfica en una vista longitudinal (Modificado de Smith and Cauvin, 2014).

4.2.2 Evaluación ultrasonográfica en el miembro pélvico

La mayoría de las características anatómicas son las mismas que en el miembro torácico. Sin embargo, debido a la longitud adicional del TFDS, el TDFP y la existencia del ligamento plantar largo, las zonas metatarsianas se mueven un número hacia arriba. En el miembro pélvico la zona 1 incluye el aspecto plantar del tarso, la zona más proximal de la región metatarsiana es la zona 2, que se subdivide en 2A y 2B; el tercio medio es la zona 3, que se subdivide en las zonas 3A y 3B; y el aspecto distal es la zona 4, que se subdivide en las zonas 4A, 4B y 4C (Rantanen *et al.*, 2011).

Zona 2A

La zona 2A es la primera zona metatarsiana e incluye el origen del LSM y el ligamento accesorio del TFDP, que en algunos caballos no se encuentra. El transductor debe colocarse hacia medial para ver por completo el TFDP, el TFDS se puede evaluar desde la línea media plantar (Rantanen *et al.*, 2011).

El origen del LSM puede ser algo confuso en las imágenes de ultrasonido ya que las fibras del LSM están firmemente unidas al tercer hueso metatarsiano y las superficies óseas del segundo y cuarto hueso metatarsiano obstruyen una visión clara (Rantanen *et al.*, 2011). La evaluación del aspecto proximal del LSM se puede realizar desde el aspecto plantaromedial; la vista horizontal se obtiene colocando el transductor debajo del espejuelo y en la imagen se buscan el LSM y a lado los pequeños metatarsianos; la vista longitudinal se obtiene colocando el transductor debajo del espejuelo y en el espacio que hacen ambos tendones flexores (Figura 94). Denoix and Bertoni (2015) proponen la evaluación transversal del origen del LSM desde un abordaje plantaromedial con el miembro flexionado (Figura 95).

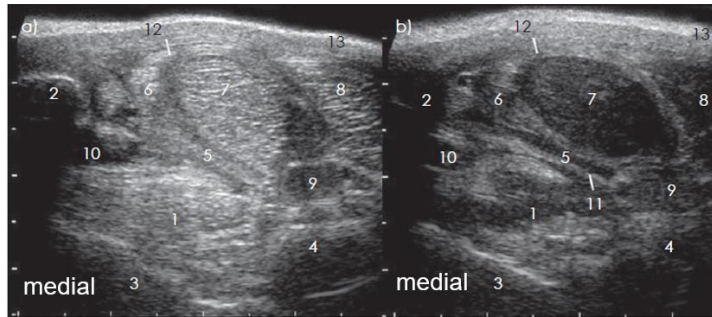


Figura 94. Ultrasonidos transversales de la región metatarsiana proximal con un transductor lineal en la extremidad con el miembro cargando peso, **a)** toma perpendicular y **b)** toma oblicua. 1- LSM, 2- segundo hueso metatarsiano, 3- tercer hueso metatarsiano, 4- cuarto hueso metatarsiano, 5- ligamento accesorio del TFDP, 6- tendón flexor digital medial, 7- tendón flexor digital lateral, 8- TFDS, 9- vena digital común lateral, 10- vena metatarsiana plantar medial, 11- fascia metatarsiana plantar profunda, 12- fascia metatarsiana plantar y 13- piel (Tomado de Denoix and Bertoni, 2015).

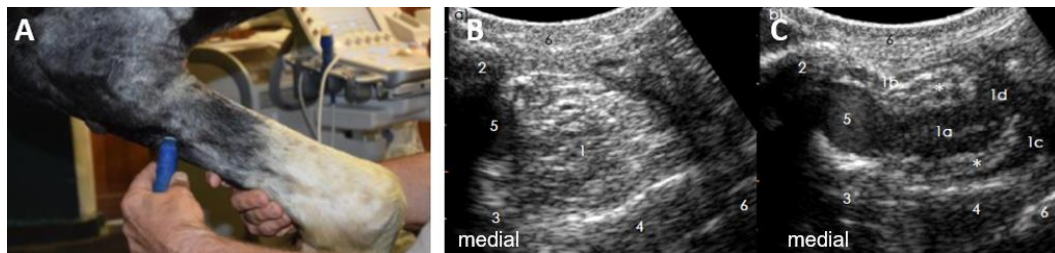


Figura 95. **A)** Posición del miembro pélvico para la evaluación del aspecto proximal del LSM. Ultrasonido transversal de la región metatarsiana proximal realizado con un transductor microconvexo, **B)** vista perpendicular y **C)** vista oblicua. 1- Porción proximal del LSM ligamento suspensorio proximal, *- haces de grasa, 1a- parte tendinosa sagital, 1b- parte tendinosa medial, 1c- parte tendinosa lateral, 1d- parte tendinosa plantar, 2- segundo hueso metatarsiano, 3- tercer hueso metatarsiano, 4- cuarto hueso metatarsiano, 5- vena metatarsiana plantar medial y 6- piel (Tomado de Denoix and Bertoni, 2015).

Zona 2B

El TFDS, el TFDP, el ligamento accesorio del TFDP y el LSM pueden verse adecuadamente desde una línea media y una posición ligeramente medial del transductor. En este nivel, el TFDS tiene una forma ligeramente creciente, y el TFDP es ligeramente ovalado y está ligeramente hacia medial. El ligamento accesorio del TFDP es visible en el borde dorsal del TFDP. El LSM es más o menos rectangular con un vértice hacia la cara lateral plantar (Figura 96) (Rantanen *et al.*, 2011; Smith and Cauvin, 2014).

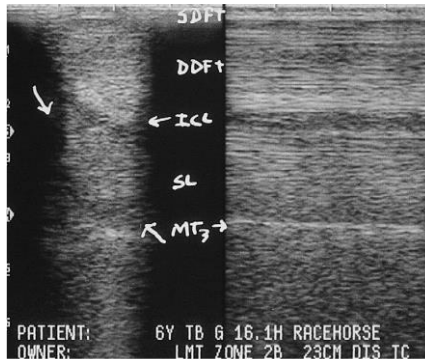


Figura 96. Ultrasonido transversal y longitudinal de la zona 2B obtenidas sin una almohadilla. SDFT- tendón flexor digital superficial, DDFT- tendón flexor digital profundo, ICL- ligamento accesorio del TFDP, SL- ligamento suspensor del menudillo y MT3- tercer hueso metatarsiano (Tomado de Rantanen *et al.*, 2011).

Zona 3A

En la zona 3A el TFDS tiene forma de media luna y se coloca directamente sobre el TFDP. El LSM a este nivel es rectangular con un vértice en el borde lateral plantar (Rantanen *et al.*, 2011).

Zona 3B

El TFDS tiene forma de media luna y es más angosto en el plano plantar a dorsal y más ancho en un plano medial a lateral, mientras que el TFDP es ovalado (Rantanen *et al.*, 2011).

Zona 4A

En esta zona, el ligamento accesorio se inserta en el TFDP, y se puede ver un artefacto hipoecoico normal en el borde dorsal del TFDP (Figura 97) (Rantanen *et al.*, 2011; Smith and Cauvin, 2014). Esta es la zona más distal en la que el LSM es una sola unidad. Se puede ver el aspecto proximal de la vaina digital (Rantanen *et al.*, 2011).

Zona 4B y 4C

En la zona 4B el LSM se bifurca en dos ramas, estas suelen ser más grandes y largas que en miembros torácicos. La zona 4C tiene las mismas características anatómicas que la zona 3C del miembro torácico (Rantanen *et al.*, 2011).

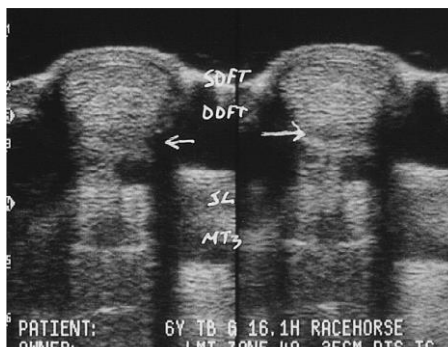


Figura 97. Ultrasonidos transversales de la zona 4A. Las flechas señalan una zona anecoica artificial normal entre la superficie dorsal del TFDP y la superficie plantar del ligamento accesorio en su inserción con el TFDP, MT3- superficie plantar del tercer hueso metatarsiano, SDFT- tendón flexor digital superficial y SL- ligamento suspensor del menudillo (Tomado de Rantanen *et al.*, 2011).

4.3 Gammagrafía

También conocida como medicina nuclear o escintigrafía es una técnica diagnóstica que brinda una imagen del flujo sanguíneo y la actividad fisiológica del hueso, y a comparación de otras técnicas de diagnóstico por imagen no revela una imagen con detalles anatómicos (Nelson, 2001; Sellnow; 2001; Valdés and Steyn, 2011; Dyson, 2014). La gammagrafía de la región metacarpiana es útil en caballos en los que el dolor se ha localizado en la región pero en los que no se han identificado anomalías radiológicas o al ultrasonido clínicamente significativas (Koblik *et al.*, 1988; Dyson, 2011; Dyson, 2014).

Esta técnica mide la emisión de rayos gamma de un radionúclido (radioisótopo, radionucleido, nucleido radioactivo) que se inyecta vía intravenosa al caballo. El radionúclido se distribuye hacia el líquido extracelular, tejidos blandos y al tejido óseo. El procedimiento requiere que el caballo sea sedado o tranquilizado (Nelson, 2001; Sellnow; 2001; Driver, 2003; Winter *et al.*, 2010; Valdés and Steyn, 2011).

El radionúclido más utilizado es el tecnecio-99m (^{99m}Tc), el cual es marcado por un agente farmacéutico dependiendo del tejido blanco, por ejemplo, hueso, tejidos blandos, eritrocitos, función renal y hepática. Para evaluar el metabolismo óseo se utiliza el difosfonato de metileno ($^{99m}\text{TcMDP}$) (Nelson, 2001; Winter *et al.*, 2010; Valdés and Steyn, 2011). En tejidos blandos, principalmente articulaciones distales

de los miembros se utiliza pertechnetato ($^{99m}\text{TcO}_4$) o eritrocitos ($^{99m}\text{TcRBCs}$) (Valdés and Steyn, 2011). Se debe tomar en cuenta que al manejar este tipo de sustancias se debe tener un manejo y desecho adecuado de los mismos (Ross and Stacy, 2011; Valdés and Steyn, 2011).

La evaluación gammagráfica del sistema musculoesquelético consta de tres fases, nombradas por los tejidos en los que reside la mayoría del radiofármaco en ese momento. Se debe tener en cuenta que la región metacarpiana o metatarsiana ya debe estar posicionada frente a la cámara al momento de la inyección para poder adquirir las imágenes a medida que el radiofármaco perfunde en la vasculatura; además, se coloca una barrera o una placa de plomo en los miembros torácicos o pélvicos para que no interfieran entre ellos durante la captación de rayos gamma (Figura 98). En la fase 1, también llamada vascular o inicial, se utiliza para evaluar la perfusión regional. El radiofármaco se localiza en los vasos sanguíneos y no se ha difundido hacia el líquido extracelular; tiene una duración de 1 a 2 minutos después de la administración intravenosa. En esta fase se compara el flujo sanguíneo, especialmente a la porción distal de los miembros (Nelson, 2001; Sellnow; 2001; Dyson and Weekes, 2003; Ross and Stacy, 2011; Valdés and Steyn, 2011). Bell *et al.* (1995) reportan que en esta fase puede ser útil para evaluar la perfusión vascular en casos de laceraciones que involucran a la región metatarsiana (Figura 99).

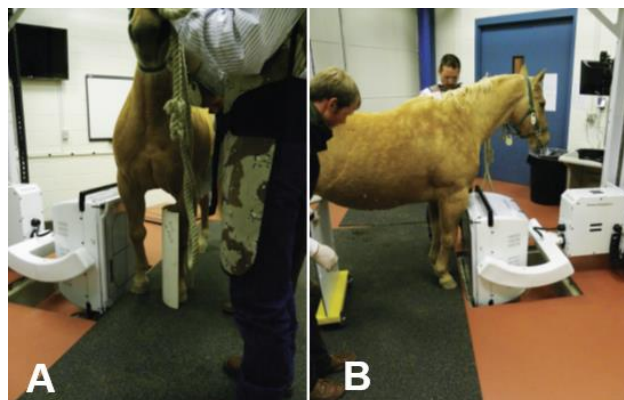


Figura 98. **A)** La cámara gamma se coloca en un pozo debajo del nivel del piso, para una vista lateral del miembro torácico derecho distal y la placa de plomo se usa para bloquear el miembro contralateral. **B)** La cámara gamma se coloca en un pozo para obtener una imagen de ambos miembros torácicos, la placa de plomo se usa para bloquear los miembros pélvicos (Tomado de Valdés and Steyn, 2011).



Figura 99. Gammagrafías tomadas en fase 1 de ambos miembros pélvicos. La primera toma se realizó a los 20 segundos postinyección. Las imágenes durante los primeros segundos mostraron la misma llegada de flujo en ambos miembros, en las siguientes tomas se observa una mayor actividad en la región metatarsiana del miembro pélvico izquierdo que sugiere un aumento del reclutamiento vascular alrededor del área lesionada (Tomado de Bell *et al.*, 1995).

En la fase 2, de agrupación o de tejidos blandos, sucede la distribución del radiofármaco en el tejido extracelular y se puede observar de 3 a 10 minutos posteriores a la inyección, aunque puede durar de 20 a 30 minutos. En esta fase se evalúa la perfusión a los tejidos blandos. (Nelson, 2001; Dyson and Weekes, 2003; Valdés and Steyn, 2011). El incremento de la captación radiofarmacéutica se puede dar por hipertermia secundaria a edema o inflamación; en la región metacarpiana y metatarsiana proximal se asocia a desmitis proximal o fracturas por avulsión del LSM (Steckel, 1991; Nelson, 2001; Winter *et al.*, 2010; Valdés and Steyn, 2011) y, en casos de tendinitis el TFDS en la región proximal de la región metacarpiana con lesiones agudas (Figura 100) (Dyson, 2014). Dyson *et al.* (2007) reportó que no hubo una asociación significativa entre la desmitis proximal del LSM en el miembro torácico y el aumento de la absorción radiofarmacéutica en el aspecto proximopalmar del tercer hueso metacarpiano; sin embargo, en los miembros pélvicos hubo un aumento significativo de la captación radiofarmacéutica en el tercer hueso metatarsiano en los miembros con claudicación en comparación con los miembros sanos y una asociación positiva entre el grado de lesión al ultrasonido y la captación radiofarmacéutica. La captación temprana intensa en esta fase puede suceder en casos de fracturas o infecciones y puede hacer complicada la evaluación de los tejidos blandos; para evaluar solo los tejidos blandos el uso de $^{99m}\text{TcO}_4$ o $^{99m}\text{TcRBCs}$ disminuye la posibilidad de que exista una captación ósea temprana (Valdés and Steyn, 2011).

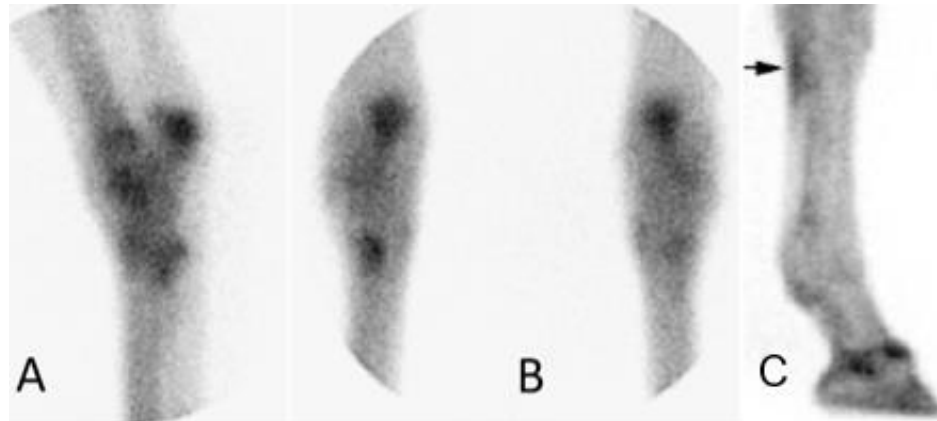


Figura 100. Imágenes lateral **(A)** y plantares **(B)** de la región metatarsiana proximal de un caballo con claudicación en miembro pélvico asociada a desmitis proximal del LSM. En las imágenes plantares, el miembro pélvico izquierdo está a la izquierda, se observa una captación radiofarmacéutica leve aumentada focal en el aspecto proximal del tercer hueso metatarsiano. En la imagen lateral se observa una captación radiofarmacéutica en el aspecto plantar y proximal de la región metatarsiana (Tomada de Dyson *et al.*, 2007). **(C)** Imagen lateral del miembro torácico derecho de un caballo de salto con antecedentes de claudicación pero sin signos clínicos, a la gammagrafía se observa un área focal con incremento de captación radiofarmacéutica en el aspecto palmar proximal, posteriormente se realiza un ultrasonido y se confirma una lesión central en el TFDS (Tomado de Dyson, 2014).

La fase 3, tardía u ósea, sucede aproximadamente dos horas después, cuando aproximadamente el 50% del radiofármaco se ha unido al hueso. El resto del marcador se excreta por vía renal en una o dos primeras micciones posteriores a la inyección (Dyson and Weekes, 2003; Valdés and Steyn, 2011). Sin embargo, si hay una absorción pobre en el hueso, como puede ocurrir en caballos mayores, mayores 15 años (Dyson and Weekes, 2003). De manera normal, la menor captación radiofarmacéutica sucede en la diáfisis de los huesos largos, mientras que una mayor captación ocurre en la epífisis y en el hueso subcondral. En la región metacarpiana y metatarsiana se debe observar una captación uniforme a lo largo de la diáfisis del metacarpo y el metatarso sin distinción entre el segundo, tercer y cuarto huesos metacarpianos o metatarsianos (Figura 101) (Valdés and Steyn, 2011). Esta fase posee alta sensibilidad para detectar cambios tempranos en el metabolismo óseo antes de que estos cambios sean radiográficamente evidentes, lo que hace al estudio útil para evaluar una claudicación aguda, por ejemplo, en casos de osteoperiostitis, fracturas incompletas o por estrés en la corteza dorsal del

tercer hueso metacarpiano. También la mayor captación se asocia con entesopatías, osteomielitis o neoplasias (Nelson, 2001; Driver, 2003; Schallberger *et al.*, 2004; Winter *et al.*, 2010; Ross, 2011; Ross and Stacy, 2011; Valdés and Steyn, 2011). Sin embargo, la absorción del fármaco en la fase 3 puede variar entre los caballos, dependiendo de la edad, raza y función zootécnica, por ejemplo, en caballos de carreras, presentan una remodelación ósea inducida por el ejercicio secundaria a una respuesta ósea continua al estrés, y no necesariamente producen signos clínicos de claudicación (Twardock, 2001; Schallberger *et al.*, 2004; Ross, 2011); al igual en algunas exostosis que involucran el segundo y cuarto hueso metacarpiano, están asociadas con una captación radiofarmacéutica aumentada, aunque estén clínicamente inactivas (Dyson, 2011; Dyson, 2014). Las placas de crecimiento de los potros se observan áreas de captación radiofarmacéutica aumentada bilateralmente que son normales (Twardock, 2001).

El tercer metacarpiano en pura sangre inglés y en el tercer metatarsiano en caballos trotones carreras, se puede ver una captación radiofarmacéutica difusa aumentada y es común en caballos de carreras, lo que representa osteoperiostitis reactiva o remodelación del estrés. Las áreas focales e intensas en la corteza dorsal indican una fractura por estrés (Figura 102) (Koblik *et al.*, 1988; Schallberger *et al.*, 2004; Ross, 2011; Valdés and Steyn, 2011; Winter *et al.*, 2011).

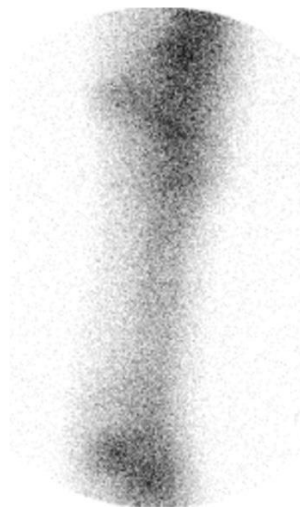


Figura 101. Vista lateral en fase 3 de la región metacarpiana derecha de un caballo normal. Tenga en cuenta la captación uniforme a lo largo de la diáfisis. (Tomado de Valdés and Steyn, 2011).

La limitación de la gammagrafía es al momento de realizar la interpretación de las imágenes ya que se debe tener en cuenta que el aumento de la absorción del radiofármaco en una región no significa que haya dolor, o que sea el origen de una claudicación. En la gammagrafía ósea solo significa que hay un área de metabolismo óseo anormal y que puede contribuir a la claudicación. Se debe interpretar tomando en cuenta los signos clínicos, la respuesta a la analgesia diagnóstica y otras técnicas de imagenología (Steckel, 1991; Valdés and Steyn, 2011; Dyson, 2014). Otra limitación es un resultado falso negativo o falso positivo. Por lo tanto el clínico debe ser consciente de todos los factores al interpretar los resultados de una gammagrafía, correlacionarlos con el historial, los signos clínicos, los resultados del examen del aparato locomotor, la analgesia diagnóstica, otras técnicas de imagenología y considerar diagnósticos adicionales cuando sea apropiado (Steckel, 1991; Winter *et al.*, 2010; Valdés and Steyn, 2011; Dyson, 2014), por ejemplo, los diagnósticos diferenciales que se obtienen de la gammagrafía de la región metacarpiana proximal incluyen: fractura longitudinal incompleta de la corteza palmar del tercer hueso metacarpiano, fractura por avulsión del origen del LSM del tercer hueso metacarpiano, entesopatía en el origen del LSM, sindesmopatía del segundo y tercer hueso metacarpiano y osteoartritis de la articulación carpometacarpiana (Dyson , 2014). Debido a la utilidad de la gammagrafía en lesiones del aspecto proximal de la región metacarpiana y metatarsiana, Weekes *et al.* (2006) realizaron un estudio en caballos clínicamente sanos para conocer su captación radiofarmacéutica normal; el 78% de miembros torácicos tenían la captación radiofarmacéutica estaba en la porción dorsal de la región metacarpiana proximal y el 80% de los miembros pélvicos, la actividad radiofarmacéutica máxima estaba en el aspecto a plantar de la región metatarsiana proximal.

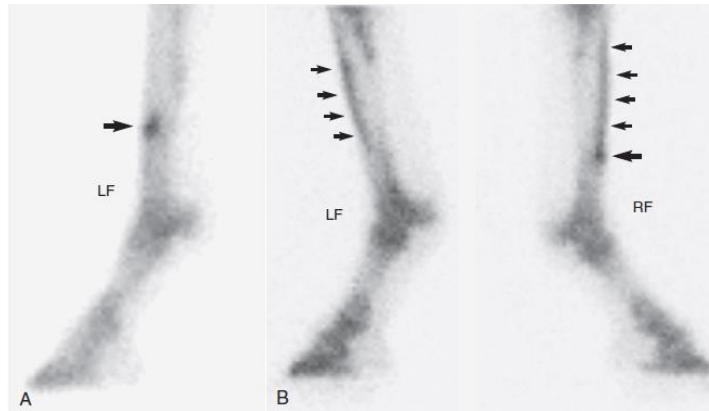


Figura 102. Gammagrafías obtenidas durante la fase 3. **A)** Imagen lateral de caballo pura sangre inglés con claudicación en el miembro torácico izquierdo, la flecha señala una zona focal con aumento en la captación radiofarmacéutica correspondiente a una fractura cortical dorsal; **B)** imágenes laterales de ambos miembros torácicos de un potro con una claudicación crónica, esta inició después de una carrera reciente, las flechas señalan la captación radiofarmacéutica difusa que indica osteoperiostitis. Se puede diferenciar el aumento de captación radiofarmacéutica difusa es diagnóstica de periostitis (flechas pequeñas) y si el aumento es focal (flecha grande) indica la presencia de una fractura cortical dorsal (Tomado de Ross and Stacy, 2011).

4.4 Tomografía computarizada

La tomografía computarizada (TC) es una técnica de imagenología que combina el uso de computadora digital con un generador de rayos X rotatorio de 360°. Las imágenes se adquieren como cortes en cualquier plano (dorsal, transversal, sagital) de la región de interés, las imágenes obtenidas se procesan digitalmente para crear un modelo tridimensional (3D) (Figura 105), que a comparación del estudio radiográfico que solo presenta dos dimensiones. La TC permite visualizar cambios en el tejido óseo y, en menor grado, tejidos blandos. El estudio se realiza con el paciente bajo anestesia general (Weeren and Firth, 2008; Puchalski, 2011; Pease and Nelson, 2019; Spriet, 2020).

En la TC los huesos se observan de color blanco, mientras que el gas se mostrará negro debido a la falta de atenuación de rayos X y las tejidos blandos mostrarán una opacidad intermedia (gris) (Figura 103), la TC es buena para identificar pequeñas diferencias en la densidad del tejido (Spriet, 2020). La principal ventaja de la tomografía computarizada es que evita la superposición de estructuras y, se

recomienda realizarla para evaluar fracturas, hueso subcondral (Figura 104), articulaciones y lesiones quísticas (Weeren and Firth, 2008; Puchalski, 2011; Pease and Nelson, 2019; Spriet, 2020).



Figura 103. Imagen transversal de una TC del tercio medio de la región metacarpiana, se obtuvo para evaluar los tejidos blandos. Se puede apreciar el color blanco de los huesos y los tonos grises de los tejidos blandos, además la flecha señala una lesión en el borde dorsomedial del TFDS (Tomado de Spriet, 2020).

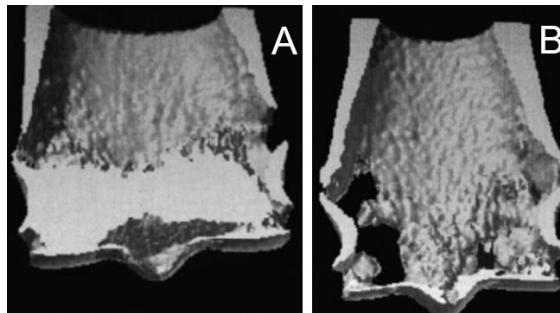


Figura 104. Vistas palmares de TC, se obtuvieron para observar la diferencia de los efectos del entrenamiento temprano en el hueso subcondral y epifisario en el tercer hueso metacarpiano. **A)** Vista palmar del tercer hueso metacarpiano de un caballo pura sangre inglés que ha estado en entrenamiento durante trece semanas, se observa una densidad muy alta. **B)** Caballo que no se ha sometido a entrenamiento y no presenta la densidad que el caballo que se encuentra en entrenamiento (Tomado de Weeren and Firth, 2008).

También se puede realizar la tomografía computarizada con medio de contraste, ya sea para detectar lesiones que no se identificaron con medio de contraste o para obtener información adicional de las lesiones identificadas antes del contraste. El material de contraste yodado se usa comúnmente y puede administrarse por vía intravascular o intrasinovial, según la indicación. También se ha utilizado para evaluar lesiones en tendones y ligamentos, evaluar la inflamación local y sepsis

(Puchalski *et al.*, 2007; Puchalski, 2011; Spriet, 2020) y para evaluar la perfusión del miembro distal, en este caso la TC proporcionó una descripción muy detallada de la vasculatura de la porción distal de los miembros (Collins *et al.*, 2004; Walker *et al.*, 2014).

La tomografía computarizada en la región metacarpiana y metatarsiana se ha utilizado en el trabajo ortopédico para la planificación quirúrgica de fracturas complejas (Figura 105) (Pease and Nelson, 2019; Spriet, 2020) o para identificar y conocer la configuración de la fractura (Figura 106). En el caso de tejidos blandos se ha utilizado en desmitis proximal del LSM (Figura 107 y 108) (Launois *et al.*, 2009; Puchalski, 2011; Spriet, 2020). Walker *et al.* (2014) utilizaron la angiografía por TC para evaluar la perfusión vascular en casos de laceraciones metatarsianas dorsales severas.



Figura 105. Tomografía computarizada de una fractura condilar medial del tercer hueso metacarpiano. **A)** Reconstrucción tridimensional que muestra la propagación de la fractura dorsal desde el aspecto sagital medial al dorsomedial del tercer metacarpiano. **B)** Imagen palmar que muestra la desviación de la línea de fractura desde sagital medial al palmarolateral (Tomado de Wright and Nixon, 2020).

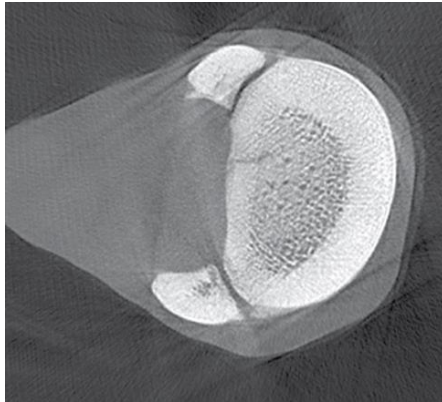


Figura 106. Imagen de una tomografía computarizada en plano transversal que muestra la ubicación y longitud de una fractura en la corteza palmar del tercer hueso metacarpiano (Tomado de Wright and Nixon, 2020).

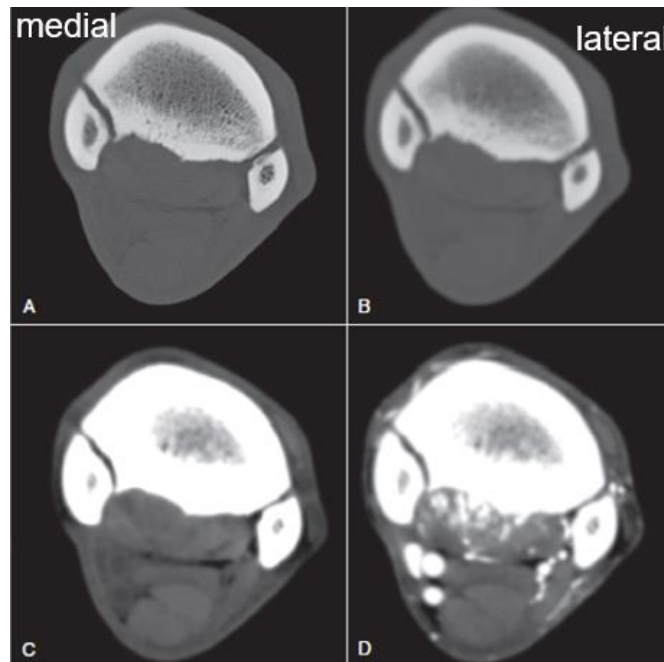


Figura 107. TC en tomas transversales de la región metacarpiana proximal, pero se han procesado de forma diferente, en un caballo con desmitis proximal del LSM. **A)** Se ha procesado para la evaluación del hueso; **B)** Se ha aplicado un algoritmo para suavizar la imagen y evaluar los tejidos blandos. En ambas tomas se puede observar el contorno irregular de la corteza palmar del tercer hueso metacarpiano y un osteofito periarticular entre el segundo y tercer hueso metacarpiano. **C)** Algoritmo para evaluar los tejidos blandos, se puede observar áreas hipodensas en el aspecto proximal del LSM. **D)** Toma después de la administración regional de medio de contraste, las áreas hipodensas en el LSM se pueden apreciar mejor, además los tendones flexores y el ligamento accesorio del TFDP presentan una densidad uniforme (Modificado de Puchalski, 2011).

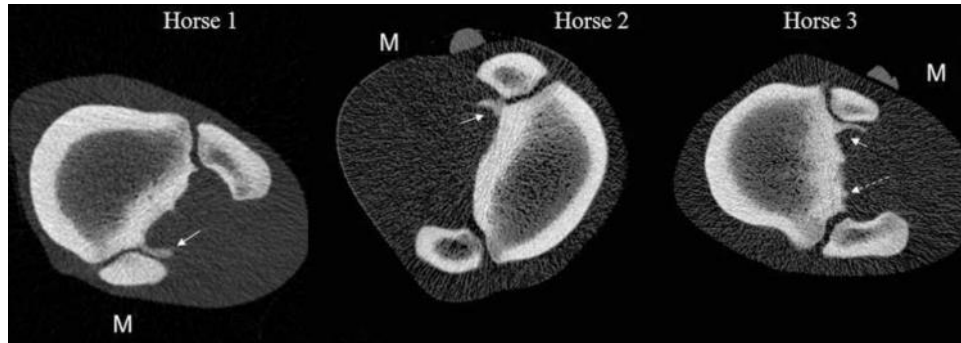


Figura 108. Tres casos de desmitis proximal del LSM. Tomografías computarizadas en plano transversal del aspecto proximal de la región metacarpiana o metatarsiana. Las flechas simples señalan las exostosis agudas y las flechas punteadas indican sitios de remodelación del hueso. M- lado medial del miembro (Modificado de Launois *et al.*, 2009).

4.5 Resonancia magnética

La resonancia magnética (RM) ha revolucionado el diagnóstico de las lesiones con del miembro distal en caballos, especialmente para tejidos blandos, pero también se puede evaluar el tejido óseo; brinda una resolución detallada del estado anatómico y fisiológico de forma que no es posible con otros métodos diagnósticos de imagenología. La información obtenida se basa en la estructura y el entorno bioquímico de los átomos de hidrógeno en los tejidos. Sin embargo, su costo y la falta de disponibilidad sigue siendo un obstáculo para los clínicos y propietarios (Murray and Dyson, 2011; Werpy, 2012; Schramme and Segard-Weisse, 2020).

La RM ha demostrado ser particularmente útil en pacientes en el que estudio radiográfico y el ultrasonido no muestran un hallazgo que se relacione con la claudicación de manera satisfactoria (Murray and Dyson, 2011; Schramme and Segard-Weisse, 2020).

Es una técnica diagnóstica no invasiva, requiere un imán potente, una bobina transmisora y receptora de radiofrecuencia y una computadora. La obtención de la imagen se basa en el movimiento de los átomos de hidrógeno (elemento más abundante al estar presente en el agua y en tejidos orgánicos) que están presentes en los tejidos y generan una corriente eléctrica medible en el cuerpo. La RM produce una imagen en escala de grises de los protones de hidrógeno de los tejidos

colocándolos en un campo magnético, se exponen a un pulso de radiofrecuencia y se mide la resonancia magnética causada en los tejidos en respuesta a este pulso. Una computadora interpreta los datos y crea imágenes que muestran las características de resonancia de diferentes tipos de tejidos en una escala de grises (Murray and Dyson, 2011; Nelson and Pease, 2019; Schramme and Segard-Weisse, 2020). Uno de los factores más importantes a considerar es la selección de secuencias de pulso, estas determinan como se observará la imagen (Tabla 6). Un protocolo estándar de resonancia magnética consiste en imágenes en secuencias T1, T2, densidad de protones (*PD*) y aquellas que con capacidad de supresión grasa (*SE*, *spin echo*; *TSE*, *turbo spin echo*; *GE*, *gradient echo*; *STIR*, *short Tau inversión recovery*; Murray and Dyson, 2011; Nelson and Pease, 2019).

Secuencia	Hueso cortical	Hueso esponjoso	Cartilago	Tendón	Ligamento	Grasa	Fluido
T1	Negro	Gris claro	Gris oscuro	Negro	Negro	Gris claro	Blanco
T2	Negro	Gris claro	Gris claro	Negro	Gris a negro	Blanco	Gris oscuro
PD	Negro	Gris claro	Gris	Negro	Negro	Blanco	Gis claro
STIR	Negro	Gris claro	Gris	Negro	Negro	Negro	Blanco

Tabla 6. La intensidad de la señal de diferentes tejidos en diferentes secuencias de pulso (Tomado de Schramme and Segard-Weisse, 2020).

Los colores que se observan en la imagen depende de la señal que recibe el tejido, cuando la señal recibida es alta se llama hiperintenso (color blanco), mientras que cuando la señal es baja se denomina hipointenso (color negro) (Nelson and Pease, 2019; Schramme and Segard-Weisse, 2020).

Se ha descrito la utilización de aparatos de RM de campo bajo los cuales trabajan con un campo de fuerza de 0.21 a 0.3 Teslas, mientras que la RM convencional o de campo alto (Figura 109) tiene un campo de fuerza de 1.0 a 1.5 Teslas. Esta disminución en el campo magnético eventualmente representa una disminución en la calidad de la imagen obtenida (Brokken and Tucker, 2011), no obstante, se han realizado estudios de comparaciones entre ambas modalidades, rectificando la presencia de lesiones con RM de campo bajo previamente diagnosticadas mediante

RM convencional, demostrando así que pueden llegar a ser igual de efectivas. Adicionalmente la RM de campo bajo no requiere que el paciente sea anestesiado, y los costos de mantenimiento como de adquisición del equipo son menores (Figura 110) (Brokken and Tucker, 2011).

Las claudicaciones con origen en la región metacarpiana y metatarsiana pueden localizarse con analgesia diagnóstica y diagnosticarse mediante radiografía, ultrasonido y gammagrafía nuclear o una combinación de las mismas, sin embargo, la RM ha demostrado ser extremadamente útil en la detección de lesiones que no pueden diagnosticarse con certeza con otras modalidades de imagenología (Sampson *et al.*, 2007; Brokken and Tucker, 2011). Especialmente es de gran utilidad en casos de claudicación causada por el dolor asociado el aspecto palmar/plantar proximal de la región metacarpiana o metatarsiana. Algunas de las causas de claudicación en esta región son difíciles de diagnosticar con precisión porque los caballos afectados en ocasiones no tienen presentan hallazgos radiográficos o ultrasonográficos (Brokken and Tucker, 2011; Schramme and Segard-Weisse, 2020).

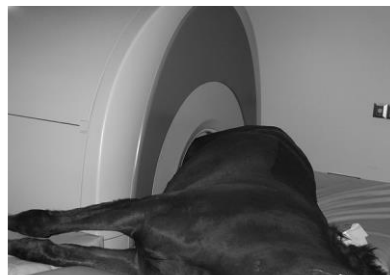


Figura 109. Posicionamiento de un caballo para examen de RM de la región metatarsiana proximal (Tomado de Brokken and Tucker, 2011).



Figura 110. RM de campo bajo, es un imán montado verticalmente a nivel del piso y permite que se realice en caballos sedados de pie (Tomado de Schramme and Segard-Weisse, 2020).

La RM de la región metacarpiana y metatarsiana se puede realizar las secuencias de pulso que permitan una evaluación precisa de las estructuras. Los protocolos de exploración deben incluir secuencias transversales y sagitales en *PD* y *T2*, así como secuencias transversales y sagitales con supresión de grasa y secuencias dorsales con supresión de grasa (Figura 111) (Brokken and Tucker, 2011). La anatomía de la región metacarpiana y metatarsiana proximal puede observar en la Figura 112 y 113.

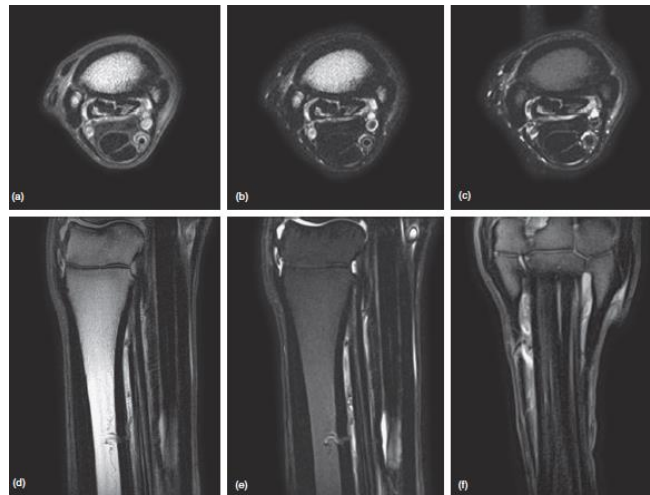


Figura 111. Protocolos de RM para evaluar la región metacarpiana o metatarsiana. Imágenes transversales: **a)** densidad de protones (DP), **b)** T2 y **c)** STIR; imágenes sagitales **d)** DP, **e)** STIR y **f)** densidad de protones con supresión (Tomado de Brokken and Tucker, 2011).

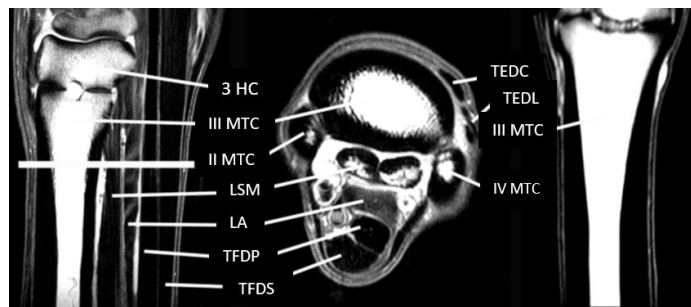


Figura 112. Anatomía de la región metacarpiana proximal en corte sagital (izquierda), transversal (medio) y dorsal (derecha), que se observa en una RM en secuencia DP. 3HC- tercer hueso del carpo, III MTC- tercer hueso metacarpiano, II MTC- segundo hueso metacarpiano, IV MTC- cuarto hueso metacarpiano, LSM- ligamento suspensor del menudillo en su aspecto proximal, LA- ligamento accesorio del TFDP, TFDP- tendón flexor digital profundo, TFDS- tendón flexor superficial digital, TEDC- tendón extensor digital común y TEDL- tendón extensor digital lateral. La línea blanca continua en la imagen sagital corresponde al nivel en el que se tomó el corte transversal (Modificado de Sampson *et al.*, 2007).

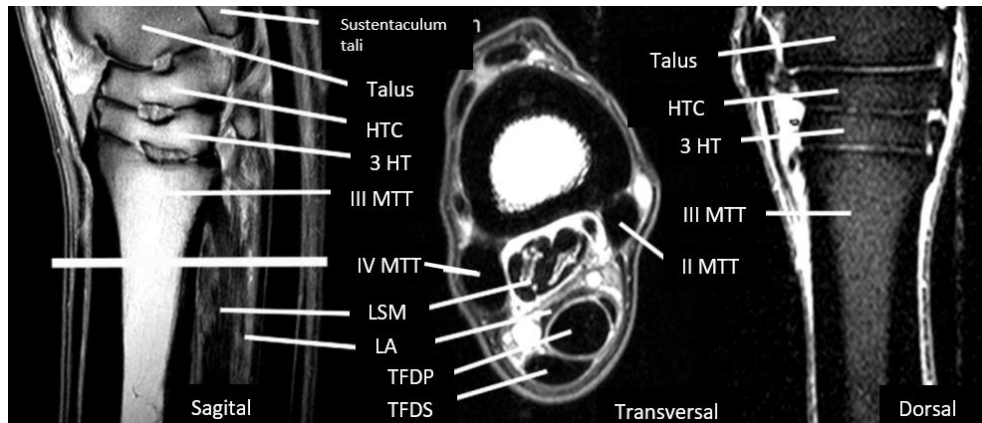


Figura 113. RM en secuencia DP (sagital y transversal) y STIR (corte dorsal), que muestran la anatomía normal de la región metatarsiana proximal. HTC- hueso tarsal central, 3HT- tercer hueso tarsal, III MTT- tercer hueso metatarsiano, II MTT- segundo hueso metatarsiano, IV MTT- cuarto hueso metatarsiano, LSM- ligamento suspensor del menudillo, LA- ligamento accesorio del tendón flexor digital profundo, TFDP- tendón flexor digital profundo y TFDS- tendón flexor digital superficial. La línea blanca continua en el corte sagital corresponde al nivel en el que se tomó el corte transversal (Modificado de Sampson *et al.*, 2007).

El tercer hueso metacarpiano y metatarsiano en la RM se observa plano, puede verse el espacio cercano con el segundo y cuarto hueso metacarpiano o pueden verse fusionados. El foramen nutricio se ve con una señal alta de intensidad y se encuentra dentro de la médula, cruza la corteza palmar y no debe confundirse con una lesión (Figura 114) (Sampson *et al.*, 2007; Brokken and Tucker, 2011). Los huesos metacarpianos segundo y cuarto se observan de un tamaño similar (Brokken and Tucker, 2011). La corteza palmar/plantar de la región metacarpiana y metatarsiana proximal normal tiene un grosor uniforme, el endostio y periostio son de superficie lisa, aunque en algunos caballos puede observarse una leve irregularidad endosteal y periosteal (Nagy and Dyson, 2009).

El ligamento interóseo que conecta los pequeños huesos metacarpianos con el tercer hueso metacarpiano posee una intensidad de señal intermedia. En muchos caballos, el ligamento no es visible distal al nivel del origen del LSM debido a la fusión de los huesos metacarpianos. La corteza del tercer hueso metacarpiano en la unión del ligamento interóseo metacarpiano tiene una intensidad de señal baja pero a menudo ligeramente heterogénea y puede haber alguna irregularidad leve

de los márgenes endosteal y perióstico, sin que los caballos presenten signos clínicos. En el miembro pélvico el ligamento interóseo es similar al del miembro torácico (Figura 115) (Brokken and Tucker, 2011).

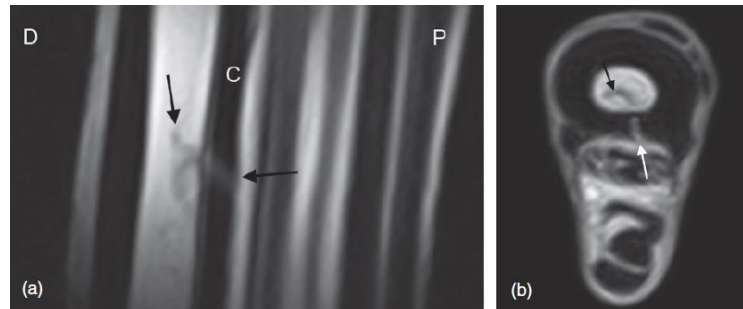


Figura 114. Las flechas señalan el foramen nutricio del tercer hueso metacarpiano que no debe confundirse con una lesión ósea. RM en secuencia T2; **a)** plano sagital y **b)** transversal. D- dorsal, P- palmar y C- corteza palmar del tercer hueso metacarpiano (Tomado de Brokken and Tucker, 2011).

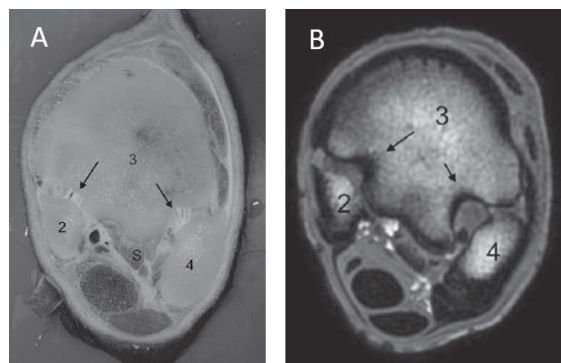


Figura 115. **A)** Corte transversal de la región metatarsiana proximal y **B)** vista transversal de la misma región en RM, que muestra la relación anatómica entre los huesos metatarsianos segundo, tercero y cuarto sus ligamentos interóseos correspondientes. Las flechas señalan los ligamentos interóseos, 2- segundo hueso metatarsiano, 3- tercer hueso metatarsiano, 4- cuarto hueso metatarsiano, S, lóbulo lateral del LSM (Tomado de Brokken and Tucker, 2011).

El LSM es una estructura no homogénea cuando se evalúa en la RM, posee fibras musculares dispersas rodeadas por una capa de tejido conectivo, adiposo y estructuras neurovasculares (Figura 116). Las áreas de alta intensidad de señal corresponden al tejido adiposo y las áreas de intensidad de señal intermedia al tejido muscular (Figura 117) (Bischofberger *et al.*, 2006; Brokken and Tucker, 2011; Nagy and Dyson, 2012b; Schramme and Segard-Weisse, 2020). Se ha medido en corte transeversal el aspecto proximal del LSM y varían de 1.61 a 1.90 cm² en un estudio

(Barrett *et al.*, 2018) y de 1.94 a 2.32 cm² en otro (Nagy and Dyson, 2012b). Los bordes del ligamento tienen una señal alta y la entesis al tercer hueso metacarpiano es una señal de baja mezcla con el hueso cortical. Sin embargo, debido a la variabilidad en la apariencia de la porción proximal del LSM en el miembro torácico se debe comparar con el miembro contralateral o con imágenes de referencia para ayudar con la interpretación de los hallazgos sospechosos observados en la RM (Nagy and Dyson, 2009; Nagy and Dyson, 2012b).

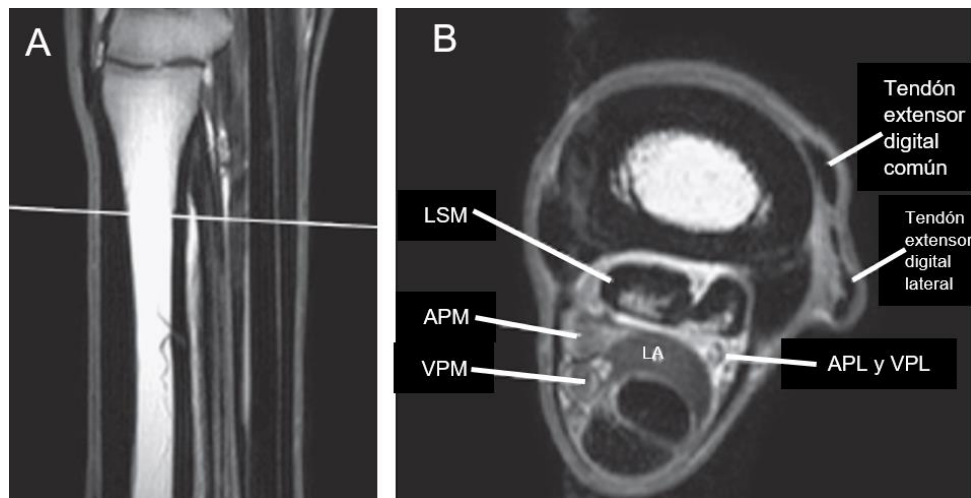


Figura 116. RM en secuencia DP de la región metacarpiana proximal **A)** vista sagital y **B)** vista transversal. LA- ligamento accesorio del TFDP, LSM- aspecto proximal del ligamento suspensor del menudillo, APM- arteria palmar medial, VPM- vena palmar medial, APL- arteria palmar lateral y VPL- vena palmar lateral (Modificado de Brokken and Tucker, 2011).

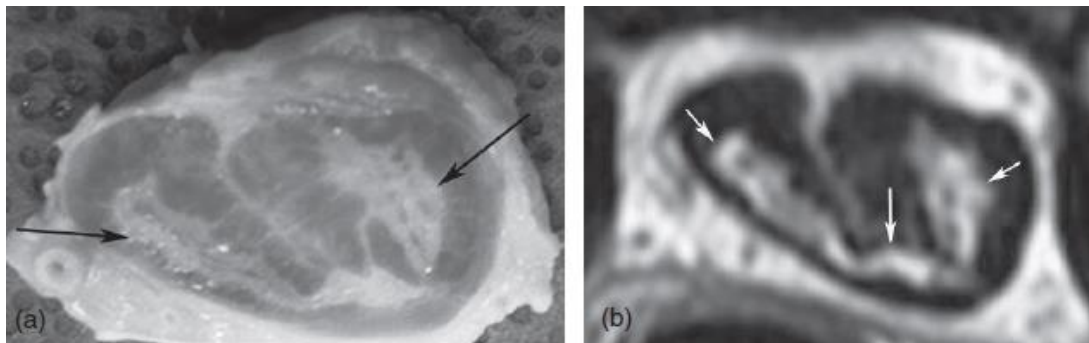


Figura 117. Aspecto proximal del LSM, a) espécimen, las flechas negras señalan el tejido muscular normal y b) RM en secuencia DP las flechas señalan la señal de intensidad del tejido muscular (Tomado de Brokken and Tucker, 2011).

El aspecto proximal del LSM en el miembro pélvico es similar en intensidad de señal de MR a la de la miembro torácico, pero es forma de ovalada (Figura 118 y 119) (Bischofberger *et al.*, 2006; Brokken and Tucker, 2011; Schramme *et al.*, 2012; Lempe-Troillet *et al.*, 2013). En vista transversal la porción proximal del LSM mide de 1.12 a 2.23 cm² (Schramme *et al.*, 2012).

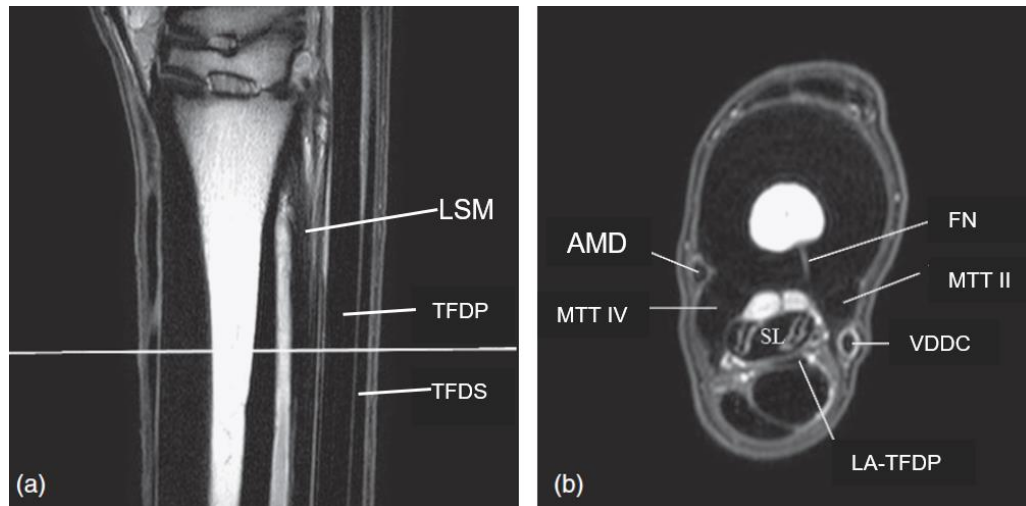


Figura 118. RM en secuencia DP **a)** vista sagital de la región metatarsiana proximal y **b)** vista transversal a la altura de la línea blanca de a). LSM- ligamento suspensor del menudillo, LATFDP- ligamento accesorio del TFDP, VDDC- vena dorsal digital común, AMD- arteria metatarsiana dorsal, NF- foramen nutricao, MTTII- segundo hueso metatarsiano y MTTIV- cuarto hueso metatarsiano (Modificado de Brokken and Tucker, 2011).

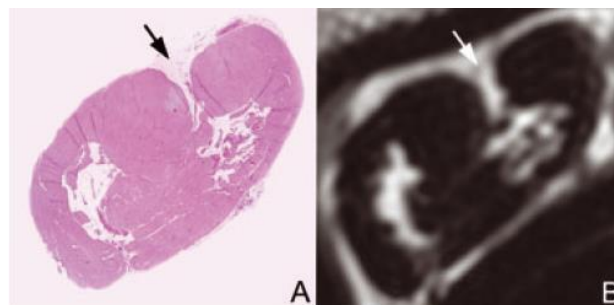


Figura 119. **A)** Corte histológico y **B)** su imagen correspondiente en secuencia T1 del LSM a 4 cm distales de la articulación tarsometatarsiana. El ligamento suspensorio es de forma ovalada, la flecha señala una hendidura sagital en su superficie dorsal (Tomado de Schramme *et al.*, 2012).

El ligamento accesorio del TFDP a menudo tiene una intensidad de señal heterogénea cuando se examina en campo alto o bajo (Figura 116) (Nagy and Dyson, 2011; Nelson and Pease, 2019). En un estudio de imágenes de RM, la mayoría de los ligamentos accesorios tenían una intensidad de señal baja a intermedia (Nelson and Pease, 2019; Schramme and Segard-Weisse, 2020). Cuando se encuentra en el miembro pélvico es pequeño y delgado (Figura 118), con su parte más grande en el lado medial de la extremidad (Brokken and Tucker, 2011; Lempe-Troillet *et al.*, 2013; Dyson *et al.*, 2016).

Los tendones flexores y los extensores poseen una señal baja homogénea de baja señal en todas las secuencias tanto en miembros torácicos y pélvicos (Brokken and Tucker, 2011; Lempe-Troillet *et al.*, 2013; Dyson *et al.*, 2016).

Las lesiones observadas durante la RM en las regiones metacarpiana y metatarsiana proximal son: desmitis proximal del LSM, adherencias del LSM, desmitis del ligamento accesorio del TFDP y lesiones óseas de los huesos que se encuentran en la región.

Existen reportes de la incidencia de lesiones diagnosticadas con RM de campo bajo y alto en las regiones metacarpiana y metatarsiana (Brokken *et al.*, 2007; Nagy and Dyson, 2009; Labens *et al.*, 2010; Nagy and Dyson, 2012a; Lempe-Troillet *et al.*, 2013; Barrett *et al.*, 2017; Barrett *et al.*, 2018). En el miembro torácico, los hallazgos encontrados en la RM parecen depender de la intensidad de campo del sistema utilizado. En un estudio de campo bajo, se informó una incidencia baja de lesiones de tejidos blandos en la región metacarpiana proximal (Nagy and Dyson, 2012a), mientras que los estudios de campo alto indican un número mayor de lesiones del ligamento accesorio del TFDP y el LSM (Brokken *et al.*, 2007; Barrett *et al.*, 2017). Esto puede explicarse debido a los posibles artefactos de movimiento en pacientes de pie y pueden resultar en detalles anatómicos deficientes en RM de campo bajo. El artefacto de movimiento da como resultado un desenfoque de la señal y la pérdida de la definición del contorno del músculo y los haces de tejido adiposo dentro del LSM (Nagy and Dyson, 2009; Brokken and Tucker, 2011; Schramme and Segard-Weisse, 2020). Los estudios retrospectivos de RM de la región metatarsiana

se han realizado con imanes de campo alto (Brokken *et al.*, 2007, Dyson *et al.*, 2016; Barrett *et al.*, 2018) y no es posible una comparación entre la prevalencia de lesiones de campo bajo y alto.

En casos de desmitis proximal del LSM, además puede observarse lesión ósea en la superficie proximal palmar o plantar del tercer hueso metacarpiano o metatarsiano, en la entesis del LSM. La lesión ósea junto con la desmitis fue más común en las en los miembros torácicos que en los pélvicos (Figura 120) (Barrett *et al.*, 2017; Mizobe *et al.*, 2017).

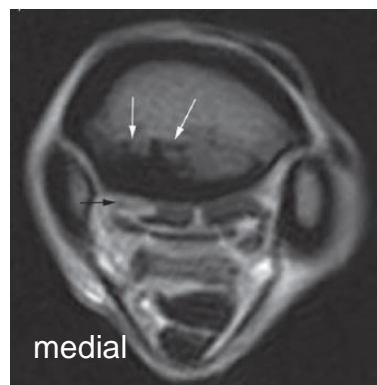


Figura 120. RM de campo bajo de la región metacarpiana proximal, las flechas blancas señalan la intensidad de señal disminuida difusa sobre la superficie palmar y medial del tercer hueso metacarpiano y la irregularidad endosteal. La flecha negra indica un aumento de la intensidad de la señal en la superficie dorsal adyacente del lóbulo medial del LSM (Tomado de Nagy and Dyson, 2012a).

Sin embargo, la lesión ósea puede presentarse de forma aislada y no ser concomitante con la desmitis proximal del LSM (Barrett *et al.*, 2017; Brokken *et al.*, 2007; Nagy and Dyson, 2012b; Isgren *et al.*, 2018). Los hallazgos en la RM que indican una lesión ósea en el origen del ligamento suspensorio son engrosamiento de la corteza palmar/plantar y un contorno endosteal o perióstico irregular debido a la formación de hueso de neoformación (Isgren *et al.*, 2018; Schramme and Segard-Weisse, 2020). Los hallazgos óseos en la RM de una lesión traumática no solo se limita a la superficie proximal palmar/plantar del tercer hueso metacarpiano/metatarsiano, sino que también se ha encontrado en la superficie dorsal de los huesos metacarpianos y metatarsianos (Labens *et al.*, 2010).

Las adherencias del LSM se pueden identificar con RM (Figura 121), ya que permite la visualización de los márgenes de todo el LSM y se puede observar cuando existe la pérdida del espacio entre el LSM y los pequeños huesos metacarpianos o metatarsianos. La RM brinda un diagnóstico preciso de adherencias entre márgenes del LSM y las exostosis del segundo y cuarto huesos metacarpianos y metatarsianos (Zubrod *et al.*, 2004).



Figura 121. RM en secuencia STIR, la flecha blanca señala la intensidad alta debido a la exostosis, las puntas de flecha señalan un área focal de acumulación de líquido en el aspecto medial del LSM (Tomado de Zubrod, 2004).

Los signos de desmitis del ligamento accesorio del TFDP (Figura 122) en la RM fueron aumento de tamaño e hiperintensidad de señal intraligamentaria focal a difusa (Brokken *et al.*, 2007). Las lesiones generalmente se extienden de 1 a 4 cm distales a la articulación carpometacarpiana. La comparación con la extremidad contralateral se considera esencial para permitir la detección de cambios ligeros de señal y tamaño (Nelson and Pease, 2019; Schramme and Segard-Weisse, 2020).

Otras lesiones que se pueden observar en la región metacarpiana y metatarsiana en la RM es la entesopatía de los ligamentos interóseos (Barrett *et al.*, 2017; Nagy and Dyson, 2012a). Los hallazgos que se observan son la irregularidad de los aspectos periosteal y endosteal de la corteza de los huesos, el aumento de la señal y la formación de entesofitos en el origen, y la inserción de los ligamentos interóseos (Schramme and Segard-Weisse, 2020).

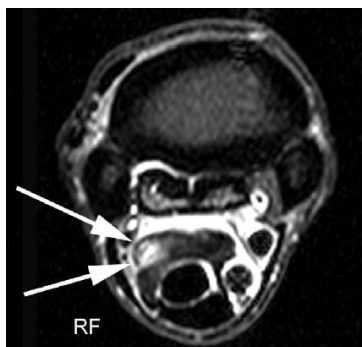


Figura 122. Las flechas señalan el aumento anormal de la intensidad de señal y un engrosamiento de la porción lateral del ligamento accesorio del tendón flexor digital profundo del miembro torácico derecho (Tomado de Sampson *et al.*, 2007).

La RM no se usa de forma rutinaria para el diagnóstico de lesiones de los tendones flexores en la región metacarpiana, pero, puede ser más sensible que el ultrasonido para controlar la reparación del tendón (Schramme *et al.*, 2010).

A pesar de que la RM ha resaltado las posibles deficiencias de otras técnicas de imagenología para el diagnóstico de lesiones en el miembro distal del equino, no es su sustituto, ya que varios diagnósticos pueden y se seguirán haciendo sin su uso (Labens *et al.*, 2010; Nagy and Dyson, 2012a; Schramme *et al.*, 2012; Schramme and Segard-Weisse, 2020). Los hallazgos de la RM se deben de relacionar con los resultados del examen clínico, la analgesia diagnóstica y otras modalidades de imagen, para determinar la importancia clínica de cada lesión sospechada (Werpy, 2012; Schramme and Segard-Weisse, 2020).

4.6 Termografía

La termografía es una técnica no invasiva que capta el calor emitido de una estructura a través de una cámara infrarroja y representa gráficamente la temperatura de la superficie de un objeto. El incremento en la temperatura se relaciona con un proceso inflamatorio de tejidos superficiales, por lo que puede ser de ayuda en el diagnóstico de algunas claudicaciones (Figura 123) (Turner, 1991; Turner, 2001; Turner *et al.*, 2001; Soroko *et al.*, 2013; Soroko *et al.*, 2014; Soroko *et al.*, 2016; Turner, 2020). La termografía se puede utilizar como una herramienta

de diagnóstico rápida y práctica de inflamación subclínica (Turner et al., 2001; Soroko et al., 2013).

La cámara termográfica es 10 veces más sensible que la mano humana para detectar las diferencias de temperatura. Al ser una modalidad de imagen fisiológica como la gammagrafía tiene una reproductibilidad menor que otras modalidades convencionales como la radiografía y ultrasonografía, ha llevado a médicos y propietarios a dudar de su aplicabilidad clínica (Turner, 2020).

Al hablar de termografía se debe tener en cuenta los patrones térmicos de un caballo. La línea media generalmente será más cálida, incluye el dorso, el pecho, entre los miembros pélvicos y a lo largo de la línea media ventral. El calor tiende a seguir las rutas de los vasos principales, la vena cefálica en el miembro torácico y la vena safena en el miembro pélvico. En la vista dorsal del miembro distal, la región metacarpiana o metatarsiana, la articulación del menudillo y la cuartilla parecen relativamente frías porque la imagen analizada se encuentra distal al suministro de sangre principal (Turner, 1991; Turner, 2001; Turner, 2020).

Termográficamente, la región que aumenta de temperatura se asociada con la inflamación localizada generalmente se verá en la piel que se encuentra directamente sobre la lesión. Sin embargo, los tejidos afectados pueden tener reducción del suministro de sangre debido a la trombosis de los vasos o el infarto de los tejidos (Turner, 2020).

Para producir imágenes termográficas confiables, es necesario controlar ciertos factores como el movimiento, la temperatura ambiental y los artefactos (Turner, 2020). Al realizar la termografía se hace en un espacio con poca iluminación, se recomienda llevar al paciente a un espacio cubierto por la luz solar directa o de corrientes de aire. La temperatura ambiental ideal es entre los 20°C, pero cualquier temperatura es aceptable, siempre que el caballo no sude; las temperaturas ambientales muy frías pueden causar vasoconstricción e interferir con las imágenes, en estos casos, es necesario ejercicio suave para estimular la vasodilatación, por lo que se permite que el caballo se aclimate de 10 a 20 minutos al ambiente donde se va realizar la termografía. Los artefactos incluyen cicatrices, linimentos, equipo, pelo

muy largo o vendas; dos horas antes de realizar la termografía se deben de retirar las vendas o el equipo y se cepilla al caballo. Los miembros deben examinarse desde cuatro direcciones del área sospechosa (Turner, 2020).

La termografía tiene un pobre valor diagnóstico en la mayoría de los huesos largos, debido a que la termografía evalúa la temperatura de la piel, un hueso debe estar en contacto cercano con la piel para afectar su temperatura. En la región metacarpiana y metatarsiana dorsal, el tercer hueso metacarpiano y metatarsiano se encuentran muy cerca de la piel, por lo que la termografía puede detectar aumento de temperatura en casos de enfermedad metacarpiana dorsal (Turner, 1991; Turner, 2001; Soroko *et al.*, 2013; Soroko *et al.*, 2016; Turner, 2020).

En cuanto a lesiones de tejidos blandos, es útil en casos de tendinitis aguda y en casos de desmitis, por lo que se observa un "punto caliente" sobre el sitio de la lesión del tendón o ligamento (Strömberg, 1973; Turner, 1991; Soroko *et al.*, 2013; Turner, 2001; Soroko *et al.*, 2016; Turner, 2020).

Otro de los usos de la termografía es la de detectar lesiones causadas por sobrecargas de entrenamiento en caballos de carreras (Turner *et al.*, 2001; Soroko *et al.*, 2014; Soroko *et al.*, 2016).

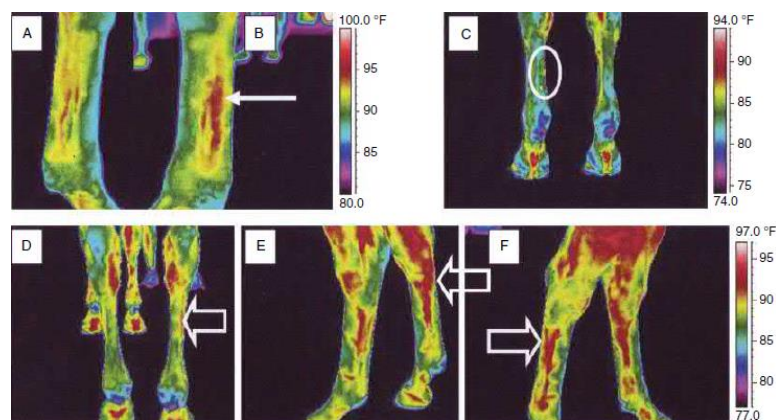


Figura 123. Termogramas de la región metacarpiana y metatarsiana. **A)** Termograma que muestra el aspecto medial normal del miembro torácico izquierdo; **B)** Aspecto medial del miembro torácico derecho, la flecha señala el aumento de temperatura, centrada sobre el LSM, por ultrasonido se demostró que se debía a desmitis del LSM; **C)** El círculo señala un aumento de temperatura por una lesión del TFDS se confirmó al ultrasonido; **D-F)** Termogramas del mismo caballo, las flechas muestran un aumento de temperatura debido a una desmitis proximal del LSM confirmada por ultrasonido (Tomado de Turner, 2020).

5 Patologías de tejido óseo de la región metacarpiana y metatarsiana

5.1 Enfermedad metacarpiana dorsal

La osteoperiostitis metacarpiana dorsal y las fracturas corticales dorsales por estrés del tercer metacarpiano son los dos componentes de la enfermedad metacarpiana dorsal (Nunamaker, 2002; Nunamaker, 2011; Bassage, 2014).

La periostitis es la inflamación del periostio que es la capa de tejido conectivo que rodea a el hueso, y se caracteriza por el dolor, inflamación (Riquelme *et al.*, 2017) y la consecuente formación de hueso nuevo especialmente en la superficie dorsal del tercer metacarpiano (MacDonald *et al.*, 2006; Bertone, 2011; Schramme *et al.*, 2013).

5.2 Osteoperiostitis metacarpiana dorsal

Etiopatogenia y epidemiología

La periostitis metacarpiana dorsal es frecuente en caballos pura sangre inglés, cuartos de milla y ocasionalmente en trotones que comienzan un entrenamiento intenso para las carreras generalmente a los dos años de edad (Nunamaker, 2011), sin embargo, los caballos que inician entrenamiento a los tres o cuatro años de edad, también pueden desarrollar periostitis metacarpiana dorsal (Nunamaker, 2002).

El tercer metacarpiano es parte integral del sistema de absorción de impacto y soporte de peso de la extremidad anterior distal, según la ley de Wolf, el entrenamiento y las carreras inducen un aumento en el grosor diafisario del hueso para soportar y reducir las lesiones, sin embargo, cuando los caballos se introducen al ejercicio cíclico repetitivo de alta velocidad antes de que el hueso se haya adaptado adecuadamente se produce un crecimiento de hueso nuevo subperiosteal (Couch and Nielsen, 2017).

La periostitis metacarpiana dorsal se asocia a un conjunto de factores que incluyen: el trabajo a alta velocidad que produce fuerzas excesivas y repetitivas en el aspecto

dorsal del tercer metacarpiano, la inmadurez ósea ya que el tercer metacarpiano a los dos años de edad es menos rígido, tiene su fisura abierta mientras que es sometido a exigencias físicas lo que produce fatiga ósea (Rose and Hodgson, 1995; Katayama *et al.*, 2001; Nunamaker, 2002; MacDonald *et al.*, 2006; Bertone, 2011; Nunamaker, 2011; Schramme *et al.*, 2013) también, se relaciona con el inicio del entrenamiento y no solamente con la edad cronológica (Nunamaker, 2002; González, 2007; Bertone, 2011); y por posibles desbalances en la dieta principalmente en la relación calcio y fósforo (Rose and Hodgson, 1995; Cogger *et al.*, 2004).

La genética y el ambiente también pueden ser factores que influyen en la periostitis metacarpiana (Couch and Nielsen, 2017). Se ha demostrado que entre más largo es el tercer metacarpiano mayor es la carga sobre la superficie dorsal. La superficie de entrenamiento mientras más dura, la incidencia de periostitis metacarpiana es mayor (Setterbo *et al.*, 2011; Couch and Nielsen, 2017).

La velocidad también es un factor importante, un ejemplo es la baja incidencia en caballos Trotones (Bertone, 2011; Bassage, 2014), lo anterior se atribuye a las diferencias en velocidad y no se relaciona con las propiedades óseas del tercer metacarpiano (Nunamaker *et al.*, 1991); los caballos pura sangre corren entre 56 a 64 km/hr y los Trotones a 48 km/hr (Nunamaker, 2002).

La restricción de ejercicio en potros puede influir, ya que el ejercicio es esencial para mantener el soporte del hueso y aumentar la masa ósea, por lo que se debe permitir que los potros hagan ejercicio libremente con sus madres para asegurar un desarrollo normal del hueso (Couch and Nielsen, 2017).

El uso de furosemida en caballos de carreras es poco probable que juegue un papel importante en la presentación de periostitis y de fracturas por estrés, debido a que esta patología ocurre generalmente antes o al iniciar sus primeras carreras. Se necesitan más estudios sobre los efectos de la furosemida en el hueso equino (Couch and Nielsen, 2017).

La afección puede ser unilateral o bilateral, sin embargo se observa que en los caballos que corren en contra del sentido de las manecillas del reloj la claudicación predominante es el miembro izquierdo y viceversa (Nunamaker, 2002; González, 2017). La periostitis unilateral se asocia a traumatismos directos, como golpes directos sobre el periostio y es la causa principal de periostitis en caballos adultos (González, 2007).

La incidencia de periostitis metacarpiana dorsal varía geográficamente, en caballos pura sangre inglés la periostitis dorsal metacarpiana se ha reportado una prevalencia que va desde el 30 hasta el 80% (Moyer *et al.*, 1991; Bertone, 2011; Nunamaker, 2011); en caballos Cuarto de Milla la prevalencia va del 5 a un 50%; también se ha reportado en caballos árabes de carreras. En el reino Unido la incidencia en pura sangre inglés es baja con un 17% esta diferencia se atribuye a la superficie de entrenamiento que predomina en pistas con pasto (Bassage, 2014).

La periostitis dorsal en miembros pélvicos no es común (Bertone, 2011).

Diagnóstico

Signos clínicos

En etapas agudas los signos clínicos son evidentes después del ejercicio intenso o posterior a su primera carrera, los caballos presentan grados variables de inflamación de los tejidos blandos, aumento de temperatura y sensibilidad a la palpación sobre la diáfisis dorsal del tercer metacarpiano, y se puede apreciar desde el aspecto lateral una convexidad dorsal anormal. La presión firme en el aspecto dorsal provocará una respuesta dolorosa y el caballo retirará el miembro en respuesta al dolor (Nunamaker, 2002; MacDonald *et al.*, 2006; Bertone, 2011; Nunamaker, 2011; Bassage, 2014). En caballos de carreras de dos años se va afectada principalmente la corteza dorsomedial del tercer metacarpiano, mientras que en caballos de entre 3 a 5 años la superficie dorsolateral es la más afectada (Schramme *et al.*, 2013). La percusión sobre la diáfisis dorsal del tercer metacarpiano también provocará una respuesta muy dolorosa.

La claudicación puede ser de 1-5/5, si el entrenamiento continúa la claudicación puede empeorar considerablemente (MacDonald *et al.*, 2006; Bassage, 2014). Los signos generalmente pueden ser más obvios en la extremidad que se encuentra en el interior de la dirección habitual de la carrera del caballo (MacDonald *et al.*, 2006).

Los casos crónicos de periostitis son el resultado de periostitis agudas de caballos que continuaron trabajando y se puede observar una reacción perióstica recurrente, es posible observar un aumento de tamaño marcado en la superficie dorsal del tercer metacarpiano e inflamación asociada a tejidos blandos. Con menos frecuencia se observa en el aspecto dorsal del tercer metacarpiano un área focal aumentada de tamaño que debe diferenciarse de una fractura por estrés (Bassage, 2014).

Analgesia diagnóstica

La analgesia perineural generalmente no es necesaria para localizar el origen del dolor especialmente en casos agudos. Un bloqueo volar alto junto con un bloqueo en anillo en el aspecto dorsal de la porción proximal del tercer metacarpiano puede ser útil para confirmar la ubicación del dolor en caballos con periostitis dorsal subagudas o crónicas (Bassage, 2014; Bertone, 2011). Bertone (2011) menciona que la analgesia perineural del nervio mediano y del nervio cubital también puede utilizarse. La analgesia local en infiltración directa del área dolorosa puede proporcionar un alivio parcial en la claudicación (Bertone, 2014).

Imagenología

Los hallazgos radiográficos varían de acuerdo a la etapa de la enfermedad. En las etapas aguda o subclínica a menudo no hay hallazgos radiográficos o son inespecíficos (Nunamaker, 2002; Bertone, 2011; Bassage, 2014). En casos graves se puede observar osteólisis subperióstica (Figura 124) en combinación con una reacción perióstica suave y de baja densidad a lo largo de la diáfisis dorsal del tercer metacarpiano, si hay inflamación de tejidos blandos también puede verse aumento de densidad (Bassage, 2014). En etapas subaguda se puede observar hueso de neoformación subperióstico, se observa una densidad disminuida si se compara con

la corteza subyacente y la resorción ósea cortical. En etapas crónicas se observa un engrosamiento de la corteza dorsal con la formación de hueso nuevo subperióstico asociado (Figura 124), además se puede observar una respuesta endosteal (Bertone, 2011).

La gammagrafía posee una sensibilidad alta para identificar el metabolismo óseo aumentado y la detección temprana de periostitis metacarpiana dorsal (Nunamaker, 2002; MacDonald *et al.*, 2006; Bertone, 2011). El hallazgo es una captación radiofarmacéutica aumentada, de moderada a intensa a lo largo de las diáfisis dorsales del tercer metacarpiano (Figura 124) (Bassage, 2014). En un estudio de 121 gammagrafías en caballos de carrera pura sangre sin fracturas corticales dorsales se observó una captación difusa de leve a moderada en comparación con las fracturas corticales en donde se ve una captación intensa y focal (Koblik *et al.*, 1988).

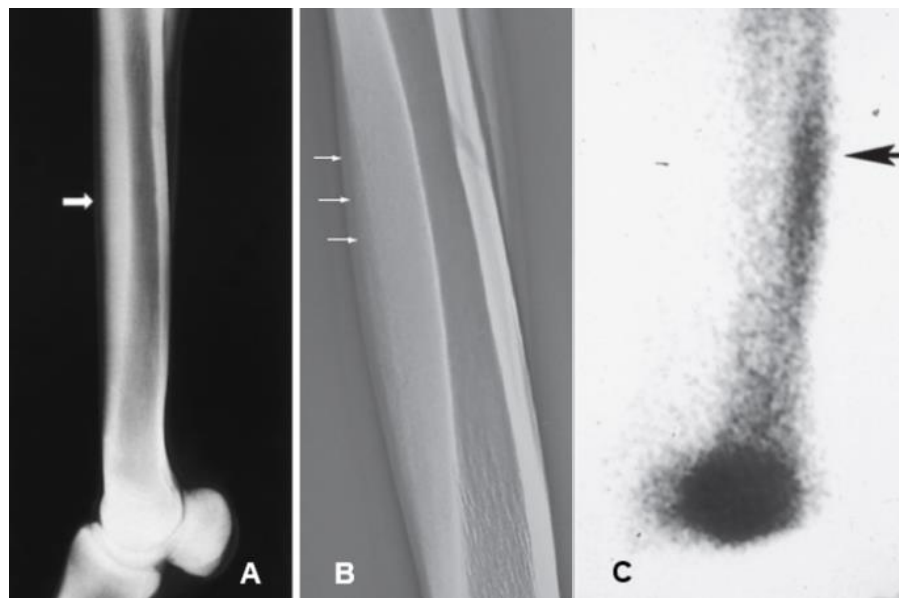


Figura 124. **A)** Radiografía lateromedial del miembro torácico izquierdo de un caballo pura sangre inglés de dos años, la flecha señala la reacción perióstica de baja densidad y la osteolisis subperióstica a lo largo de la diáfisis dorsal del tercer metacarpiano (Tomada de Bassage, 2014); **B)** Radiografía dorsolateral palmaromedial oblicua del tercer hueso metacarpiano, las flechas señalan el formación de hueso nuevo en el aspecto dorsomedial del tercer hueso metacarpiano (Tomada de Bertone, 2011) y **C)** Gammagrafía lateral del tercer metacarpiano del miembro anterior derecho, la flecha señala un aumento de la captación radiofarmacéutica a lo largo de la diáfisis dorsal del hueso (Tomada de Bassage, 2014).

La termografía fue útil en un 60 % para la detección de anomalías del tercer metacarpiano de los pura sangre de carreras de dos años de edad, donde se observan hallazgos que sugieren periostitis dorsal metacarpiana (Figura 125) (Bassage, 2014).

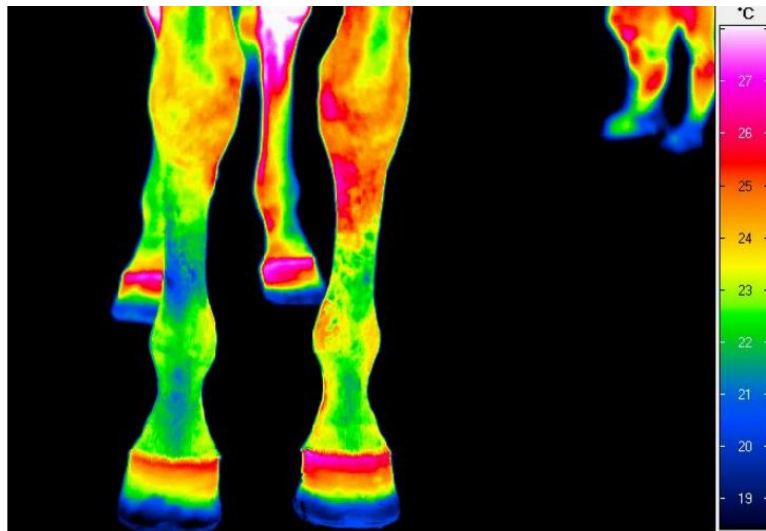


Figura 125. Termograma de la superficie dorsal de la parte distal de los miembros torácicos, se observa un aumento de la temperatura en la superficie dorsomedial de la porción proximal del tercer metacarpo en el miembro anterior izquierdo, que sugiere periostitis dorsal metacarpiana (Tomada de Soroko *et al.*, 2016).

La tomografía computarizada y la resonancia magnética para medir la densidad mineral ósea y observar cambios morfológicos tridimensionales en el metacarpo, es actualmente la forma más precisa de evaluar la resistencia y las dimensiones óseas (Couch and Nielsen, 2017).

Tratamiento

Los objetivos del tratamiento principalmente son dos: disminuir o eliminar más tensiones cíclicas excesivas en el tercer metacarpiano y cambiar el equilibrio de la resorción ósea a la aposición ósea, así como reducir la inflamación aguda. No hay un tratamiento médico específico, pero va dirigido a que los caballos se sometan a un programa de ejercicio controlado y que ayuden a que los cambios agudos disminuyan (Bassage, 2014).

El inicio del tratamiento es el descanso, AINEs por 5 a 10 días, hidroterapia con agua fría o hielo (González, 2014; Bassage, 2014). La aplicación de AINEs por tiempos prolongados y a dosis altas pueden perjudicar la reparación ósea (Rohde *et al.*, 2000). Una vez que la inflamación y el dolor al palpar el aspecto dorsal del tercer metacarpiano hayan disminuido, se puede iniciar un programa de ejercicio controlado como el que se muestra a continuación:



Cuadro 2. Programa de ejercicio controlado que puede utilizarse una vez que la inflamación y el dolor a la palpación del aspecto dorsal del tercer metacarpiano hayan disminuido (Bassage, 2014).

También se han utilizado tratamientos alternativos como son: “las pintas” (aplicación local de rubefacientes tópicos), puntos de fuego (termocauterización), la crioterapia focal, electroestimulación y la terapia de ondas de choque extracorporales (Palmer, 2002a; Palmer 2002b; Bassage, 2014). Desafortunadamente, algunas no han sido evaluadas en estudios científicos para dar una conclusión con respecto a su eficacia (Bassage, 2014). Palmer (2002a) en su estudio reportó que es útil combinar un programa de ejercicio controlado con la terapia de ondas de choque, en ninguno de los casos que presentaban evidencia de osteoperiostitis radiográficamente, ninguno de los caballos experimentó una recurrencia de claudicación cuando regresaron al

entrenamiento, ni desarrollaron fracturas por estrés. Por otra parte la crioelectroforesis parece tener un mejor efecto que la crioterapia tradicional en la periostitis metacarpiana (Liñeiro *et al.*, 2006).

Riquelme *et al.* (2017) obtuvieron hallazgos prometedores con la infiltración de neosaxitoxina, una ficotoxina marina que se puede utilizar en su estudio para controlar el dolor de periostitis metacarpiana dorsal. Sin embargo, se necesitan más estudios para el uso de las ficotoxinas como analgésicos.

Pronóstico

El pronóstico generalmente es favorable, si se trata oportunamente y la recurrencia es rara en caballos esqueléticamente maduros (Schramme *et al.*, 2013; Bassage, 2014). Sin embargo, el pronóstico puede ser reservado, ya que los caballos que desarrollan periostitis corren el riesgo de sufrir fracturas por estrés cortical dorsal en el futuro (Nunamaker, 2002; Bassage, 2014).

La manera más efectiva de prevenir o disminuir la incidencia de periostitis dorsal es modificar el entrenamiento, lo que implica disminuir la distancia diaria trabajada al galope y aumentar la frecuencia por cortos intervalos de trabajo a alta velocidad (Nunamaker, 2011; Bassage, 2014).

5.3 Fractura cortical dorsal por estrés del tercer hueso metacarpiano

Las fracturas por estrés forman parte de la enfermedad metacarpiana dorsal, generalmente se localizan en el tercio medio de la corteza dorsal del tercer metacarpiano y siguen una dirección dorsodistal a palmaroproximal (Figura 127) (MacDonald *et al.*, 2006; Schramme, *et al.*, 2013; Richardson and Ortved, 2019).

Etiopatogenia y epidemiología

Las fracturas corticales dorsales por estrés del tercer metacarpiano son un ejemplo de fracturas por fatiga, que resultan de la incapacidad del hueso para adaptarse a

la carga cíclica de tensión acumulada (Nunamaker *et al.*, 1990; Schramme, *et al.*, 2013; Butler *et al.*, 2017).

Las fracturas corticales dorsales por estrés son comunes si inicialmente no se hizo un diagnóstico temprano o si el tratamiento de la periostitis metacarpiana dorsal no fue el adecuado y generalmente son unilaterales (Bassage, 2014).

Todos los caballos que han presentado periostitis metacarpiana dorsal son propensos a desarrollar una fractura por estrés. Las fracturas por estrés se han descrito en caballos de carreras pura sangre inglés, cuartos de milla y árabes (Bertone, 2011; Bassage, 2014; Nixon *et al.*, 2020). En caballos pura sangre inglés con osteoperiostitis metacarpiana dorsal un 10 a 15 % desarrollan una fractura por estrés (Schramme, *et al.*, 2013; Bassage, 2014) en los 6 a 12 meses posteriores, además se ha reportado que sucede a la edad de 3 a 5 años e incluso en mayores de 5 años; en la misma raza las fracturas por estrés parecen ser más comunes en caballos que en yeguas (Hanie *et al.*, 1992; Jackson *et al.*, 2005), pero no se sabe si es un sesgo en los estudios o una verdadera diferencia fisiológica (Nunamaker *et al.*, 1989); las fracturas se desarrollan más el miembro torácico izquierdo debido a la dirección en que se dan las carreras. Por otro lado en caballos cuarto de milla es más común que se observe una fractura en caballos de 2 años de edad (Bassage, 2014).

Diagnóstico

Signos clínicos

Se puede observar un área focal de inflamación en el lugar de la fractura (Figura 126), un aumento de volumen que puede corresponder a una irregularidad perióstica o una exostosis a lo largo de la corteza dorsal del tercer metacarpiano. La presión digital en el sitio de la fractura provocará una respuesta dolorosa y con frecuencia el caballo retira el miembro en respuesta al dolor (Palmer, 2002; MacDonald *et al.*, 2006; Bertone, 2011; Bassage, 2014; Nixon *et al.*, 2020). La percusión sobre la diáfisis dorsal del tercer metacarpiano también provocará una respuesta muy dolorosa.

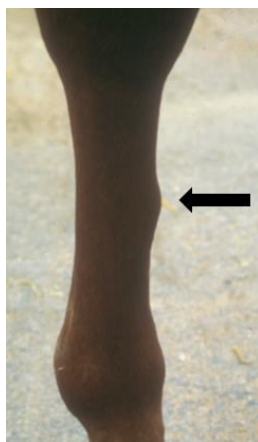


Figura 126. Aspecto dorsal del tercer metacarpiano, la flecha señala un área de inflamación convexa que corresponde a una fractura cortical dorsal por estrés (Tomado de Bertone, 2011).

Los caballos que presentan una fractura cortical dorsal por estrés del tercer metacarpiano presentan una claudicación que puede ser de moderada a severa, de 3-4/5 y aparece inmediatamente después del trabajo de alta velocidad o posterior a una carrera; en algunos casos la claudicación no es evidente hasta varias horas después del ejercicio (Palmer, 2002; Bertone, 2011; Bassage, 2014). Sin embargo, en la mayoría de las ocasiones la claudicación es tan severa que los caballos no pueden seguir entrenando (Bassage, 2014). Los signos en casos de fracturas crónicas o subagudas pueden ser menos obvios. (Bassage, 2014).

Analgesia diagnóstica

La analgesia perineural rara vez es necesaria, debido a la especificidad de los signos clínicos, de hecho, está contraindicada en estos caballos. En caballos con signos menos específicos puede ser útil un bloqueo volar alto, sólo en caballos con fracturas crónicas (Bassage, 2014).

Imagenología

Los hallazgos radiográficos incluyen una solución de continuidad oblicua corta e incompleta en la corteza dorsal del tercer metacarpiano y osteólisis cortical superficial (Bertone, 2011). Las fracturas por lo general son diafisarias, ingresan a la corteza dorsal distalmente y se dirigen proximalmente en un ángulo de entre 30°

a 45 °, la mayoría se localizan en la unión del tercio medio del tercer hueso metacarpiano y no ingresan a la cavidad medular (Figura 127A) (Bertone, 2011; Bassage, 2014; Butler *et al.*, 2017; Richardson and Ortved, 2019; Nixon *et al.*, 2020). También pueden observarse en una dirección opuesta es decir, dorsoproximal a palmarodistal, así como en cualquier lugar a lo largo de la longitud del tercer metacarpiano (127B) (Richardson and Ortved, 2019). También se describen las fracturas de platillo o curvilíneas que se extienden formando un semicírculo (Figura 128) (Bertone, 2011; Bassage, 2014; Butler *et al.*, 2017; Richardson and Ortved, 2019; Nixon *et al.*, 2020). Las fracturas de lengua son aquellas que la solución de continuidad es recta o ligeramente cóncava (Bertone, 2011). Las fracturas múltiples pueden proceder del sitio distal de la corteza y se les puede llamar fisuras, pero no son comunes (Bertone, 2011; Butler *et al.*, 2017). Las fracturas por estrés metafisiarias no son comunes. La mayoría de las fracturas se encuentran orientadas en un plano frontal, no es común observar fracturas orientadas sagitalmente (Watt *et al.*, 1998; Bassage, 2014). En caso de que no se observe un hallazgo radiográfico en la evaluación inicial, pero los signos clínicos y la gammagrafía sugieran que se trata de una fractura por estrés, se recomienda que se repita el estudio radiológico en los próximos 7 a 10 días para lograr identificar una solución de continuidad que indique una fractura o utilizar una técnica radiográfica de alta calidad y tomar múltiples vistas oblicuas para detectar la fractura en la corteza dorsal del hueso (Bertone, 2011; Bassage, 2014). La toma dorsomedial 75° palmarolateral oblicua es la más útil, sin embargo una serie completa de vistas es vital para detectar otras líneas de fractura o irregularidades en el plano de fractura (Nixon *et al.*, 2020).

La gammagrafía muestra un área focal o multifocal intensa de captación radiofarmacéutica en la diáfisis dorsal del tercer metacarpiano afectado (Figura 129). La intensidad de la captación radiofarmacéutica será menos intensa en casos crónicos y varía con la cronicidad de la lesión (Bertone, 2011; Bassage, 2014; Butler *et al.*, 2017; Nixon *et al.*, 2020).

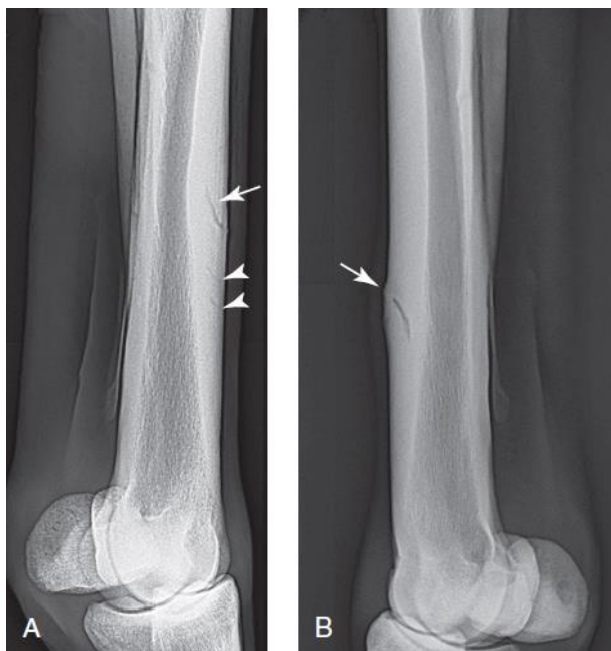


Figura 127. **A)** Radiografía de la región metacarpiana, la flecha muestra la dirección más común de fractura cortical dorsal por estrés del tercer metacarpiano, las puntas de flecha señalan otras fracturas más pequeñas; **B)** La flecha señala la dirección opuesta que ocasionalmente puede verse (Tomado de Richardson and Orved, 2019).

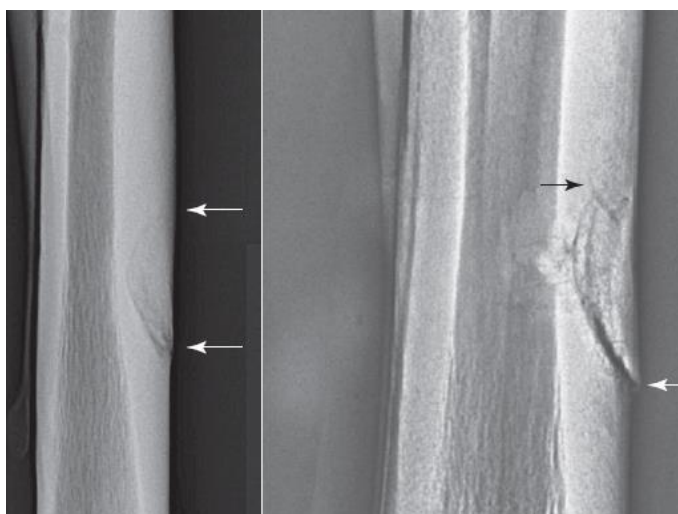


Figura 128. Radiografías que muestran las fracturas de platillo (curvilíneas), este tipo de fractura es la que probablemente esté más propensa a una fractura catastrófica, las flechas muestran los aspectos proximales y distales de las fracturas (Tomado de Richardson and Orved, 2019).

La tomografía computarizada es útil para medir la densidad ósea y ver la morfología tridimensional (Bertone, 2011). La tomografía computarizada postoperatoria también se ha utilizado para evaluar la osteostixis (Figura 130) (Nixon *et al.*, 2020).

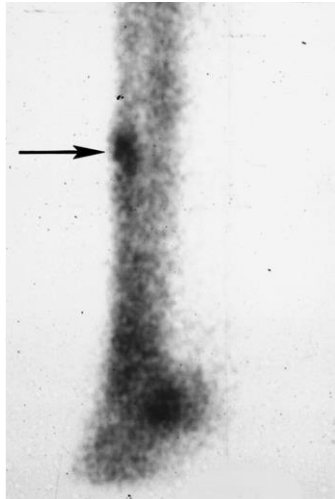


Figura 129. Gammagrafía lateral de la región metacarpiana izquierda de un caballo de carreras pura sangre inglés de tres años con una fractura cortical dorsal por estrés en el tercer metacarpiano, la flecha muestra el área focal de la captación radiofarmacéutica aumentada (Tomada de Bassage, 2014).

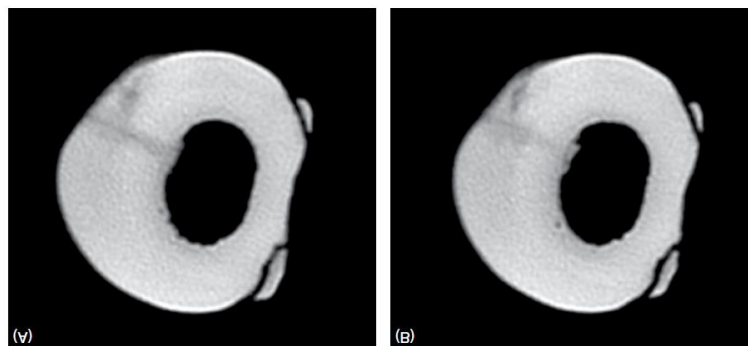


Figura 130. **A y B)** Cortes transversales de tomografía computarizada a través de una fractura cortical dorsal tratada mediante osteostixis (Tomado de Nixon *et al.*, 2020).

Tratamiento

Estas fracturas se caracterizan por una reparación lenta (Verheyen *et al.*, 2005; Bertone, 2011). El objetivo del tratamiento es promover la reparación de la fractura y minimizar una fractura catastrófica. El tratamiento inicial consiste en descanso, la aplicación de AINEs sistémicos durante 5 días, vendaje de descanso y golpe de agua, compresas frías o las vendas de presión fría (Game Ready®) (Bassage, 2014; Richardson and Ortved, 2019; Nixon *et al.*, 2020). La aplicación de antiinflamatorios no esteroideos como diclofenaco gel tópico reducirá rápidamente el dolor focal (Nixon *et al.*, 2020).

Tratamiento médico

El tratamiento médico es favorable en los siguientes casos: la fractura se presenta en caballos de 2 y 3 años, la fractura llega a la cavidad medular o se localiza en la región metafisiaria del tercer metacarpiano (Bassage, 2004; Richardson and Ortved, 2019). Este tratamiento se basa en agentes antiinflamatorios y de 3 a 4 meses de ejercicio controlado, sin embargo, algunas fracturas requieren de 4 a 6 meses o más para una reparación satisfactoria (Bassage, 2014). El programa de ejercicio controlado se recomienda de 4 a 6 semanas de descanso, seguido por caminar de mano y trote muy ligero por 6 a 8 semanas; pero si el descanso es prolongado favorece el desarrollo de una fractura crónica. Es fundamental tomar placas de seguimiento cada 4 a 6 semanas para evaluar la reparación (Bassage, 2014; Bertone, 2011; Richardson and Ortved, 2019).

Tratamiento quirúrgico

El tratamiento quirúrgico se indica en los caballos con fracturas agudas, pero también en fracturas crónicas (Bassage, 2014), y en caballos que no respondieron al tratamiento médico (Bertone, 2011). La cirugía es la colocación de un tornillo unicortical o transcortical en forma de tracción, la colocación de un tornillo cortical en forma de neutralización y la perforación cortical dorsal u osteostixis (Figura 131); además de una combinación de la osteostixis con la colocación de un tornillo cortical (Dallap *et al.*, 1999; Cervantes *et al.*, 2000; MacDonald *et al.*, 2006; Bertone, 2011; Bassage, 2014; Richardson and Ortved, 2019).

La osteostixis o perforación cortical dorsal promueve la reparación al facilitar el acceso de las células mesenquimales y otros elementos medulares osteogénicos a la línea de fractura; el hueso nuevo que se forma a través de la línea de fractura puede estabilizarla y promover la reparación (Figura 132) (Bassage, 2014). Otra de las ventajas es que evita que se lleve a cabo una segunda cirugía para extraer un tornillo (Bertone, 2011; Richardson and Ortved, 2019).

La colocación de un tornillo cortical puede ser en forma de tracción o de neutralización (MacDonald *et al.*, 2006; Bertone, 2011; Bassage, 2014; Richardson

and Orved, 2019), generalmente los tornillos se colocan de forma neutral ya que es una técnica más sencilla, de manera de tracción se complica por la poca profundidad de la corteza que aproximadamente es de 22 mm (Bertone, 2011; Bassage, 2014).

Los tornillos transcorticales ya no se recomiendan por la diferencia de tensión entre las cortezas dorsal y palmar, se asocian con una mayor incidencia de osteólisis alrededor del tornillo (Bassage, 2014), aumenta el riesgo de una fractura catastrófica y el daño al ligamento suspensor del menudillo (Bertone, 2011).

Por otra parte la colocación de un tornillo cortical en forma de neutralización junto con la osteostixis se elige para proporcionar estabilidad adicional sobre la osteostixis sola (Bertone, 2011; Bassage, 2014). En un estudio, se informó que el 95% de fracturas tratadas quirúrgicamente mediante la combinación de la colocación de un tornillo en forma de neutralización y la osteostixis se repararon en dos meses, en comparación de fracturas tratadas solo por osteostixis donde la reparación fue entre 3 y 4 meses posteriores a la cirugía (Hanie *et al.*, 1992; Dallap *et al.*, 1999).

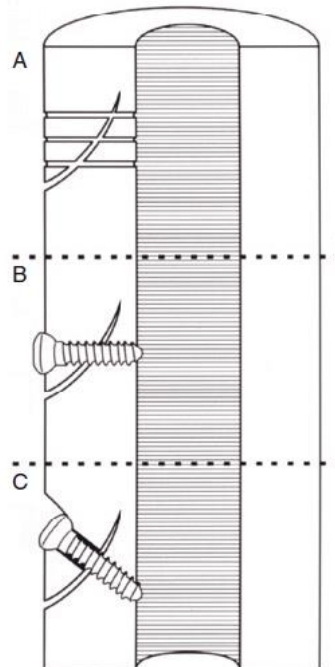


Figura 131. Tratamiento quirúrgico para las fracturas corticales dorsales del tercer metacarpiano; **A)** Perforación cortical dorsal u osteostixis; **B)** Colocación de un tornillo unicortical en forma de neutralización **C)** Colocación de tornillo unicortical en forma de tracción (Tomada de Bertone, 2011).

Durante el postoperatorio se indica un vendaje durante 2 a 4 semanas, un programa de ejercicio controlado y en caso de que hayan sido colocados tornillos corticales su extracción se realiza entre dos a tres meses después de la cirugía aunque depende de la evaluación radiográfica. Posterior a la extracción del tornillo se camina de mano por 4 semanas y se vuelve a realizar evaluación radiográfica. El entrenamiento ligero se puede comenzar a los tres meses (Bertone, 2011; Bassage, 2014).

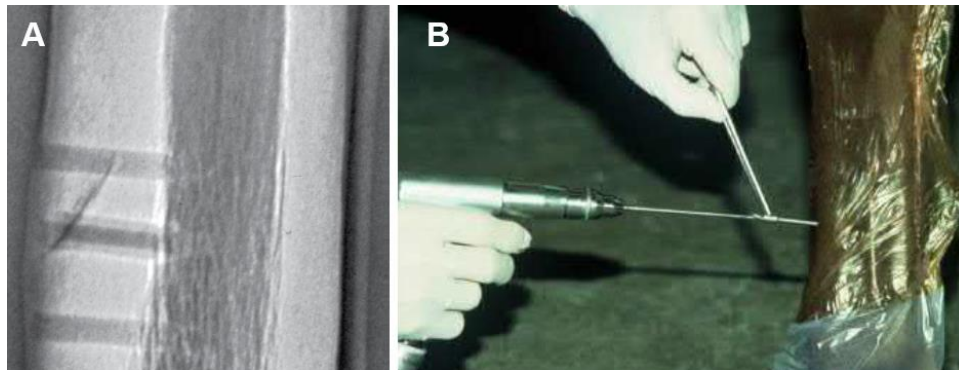


Figura 132. **A)** Radiografía de una fractura de cortical dorsal tratada con osteostixis y **B)** Osteostixis que se realizó de pie (Tomado de Ortved and Bertone, 2020).

Se han recomendado otros tratamientos complementarios con o sin tratamiento quirúrgico, que incluyen la inyección de sustancias osteogénicas como el oleato de sodio, la infiltración intralesional de esteroides, la termocauterización o puntos de fuego, el uso de rubefacientes tópicos y la crioterapia, pero estos tratamientos no tienen estudios que verifiquen su grado de éxito (Bertone, 2011). Además se puede indicar la terapia de ondas de choque (Palmer, 2002a; MacDonald *et al.*, 2006; Bertone, 2011; Richardson and Ortved, 2019) en un estudio el 83% caballos con fractura cortical dorsal por estrés que fueron tratados con terapia de ondas de choque regresaron a las carreras sin recurrencia de claudicación y de otros signos clínicos (Palmer, 2002a).

Pronóstico

El pronóstico para caballos con fracturas corticales dorsales por estrés es favorable (MacDonald *et al.*, 2006). Más del 95% de los caballos pueden volver a competir aproximadamente en 8 meses (Bertone, 2011).

Se reporta de 82 a 89% de caballos pura sangre inglés regresaron a las carreras después de la osteostixis (Hanie *et al.*, 1992). Por otro lado, el 94% de caballos de la misma raza después de la fijación de un tornillo y la osteostixis logró reincorporarse a las carreras (Dallap *et al.*, 1999).

Una vez iniciado el entrenamiento y las carreras no es común la recurrencia o desarrollar una fractura nueva (Bassage, 2014). Hanie *et al.* (1992) informó que se pueden desencadenar fracturas en las perforaciones de la osteostixis, aunque éstas pueden relacionarse con el programa de entrenamiento de los caballos. Las fracturas catastróficas al reanudar el entrenamiento y las carreras no son comunes, en caballos pura sangre inglés (Cervantes *et al.*, 1992).

El éxito de fracturas por estrés en caballos con enfermedad metacarpiana dorsal depende de la detección temprana de la osteoperiostitis metacarpiana (Bassage, 2014).

5.4 Fracturas del tercer hueso metacarpiano/metatarsiano

El hueso largo que más se fractura en los caballos es el tercer hueso metacarpiano y metatarsiano (Richardson and Ortved, 2019; Schneider and Sampson, 2020). Las fracturas completas de estos huesos representan aproximadamente un tercio de todas las fracturas en huesos largos (McClure *et al.*, 1998; Prabhakar *et al.*, 2013; Glass and Watts, 2017; Schneider and Sampson, 2020). Estos huesos son de los que más cargan peso del esqueleto apendicular, lo que los hace vulnerables a fallas catastróficas de un solo evento, a lesiones por fatiga cíclica repetitiva y a fracturas por un traumatismo externo. El sitio más común de fractura es en la articulación del menudillo (Butler *et al.*, 2017; Richardson and Ortved, 2019). La carga repetitiva durante el ejercicio intenso conduce a una lesión focal acumulada en la región del surco parasagital del tercer hueso metacarpiano/metatarsiano que eventualmente puede desarrollarse una fractura completa (Loughridge *et al.*, 2016; Cole *et al.*, 2016; Richardson and Ortved, 2019).

5.5 Fracturas diafisiarias

Etiopatogenia y epidemiología

Las fracturas de la diáfisis del tercer hueso metacarpiano o metatarsiano son comunes en todas las edades, en todas las razas de caballos y en cualquier tipo de actividad (Bischofberger *et al.*, 2009; Bertone, 2011; Dyson, 2011; Uribe, 2014; Richardson and Ortved, 2019). Las fracturas ocurren en cualquier parte a lo largo de la diáfisis del hueso, generalmente ocurren en configuración transversal, en espiral e incluso pueden llegar a ser fracturas articulares y pueden ser desde una fisura a una fractura conminuta (Figura 133) (Bischofberger *et al.*, 2009; Bertone, 2011; Uribe, 2014; Butler *et al.*, 2017). Sin embargo, los animales jóvenes tienden a sufrir fracturas simples, posiblemente a que poseen un hueso más elástico y menos frágil y por lo tanto menos propenso a fracturarse (Bertone, 2011; Uribe, 2014).

El tercer hueso metacarpiano o metatarsiano también es susceptible a fracturarse debido a su ubicación distal y que los tejidos blandos que rodean el hueso brindan poca cobertura para ayudar a absorber la energía del impacto en un traumatismo cerrado (Bischofberger *et al.*, 2009; Bertone, 2011; Uribe, 2014; Schneider and Sampson, 2020). La poca cobertura de tejidos blandos además predispone a que las fracturas sean expuestas o que se expongan pronto después de que ocurre la lesión (Watkins, 2006; Mudge and Bramlage, 2007; Bischofberger *et al.*, 2009; Bertone, 2011; Prabhakar *et al.*, 2013; Uribe, 2014; Lescun *et al.*, 2007; Glass and Watts, 2017; Richardson and Ortved, 2019; Schneider and Sampson, 2020). Se reporta que más del 50% de estas fracturas son expuestas (McClure *et al.*, 1998; Bertone, 2011).

Las fracturas diafisiarias son las más frecuentes y a menudo son eventos catastróficos en caballos adultos (Cole *et al.*, 2016; Schneider and Sampson, 2020). Un traumatismo externo es la causa más común de estas fracturas (Bischofberger *et al.*, 2009; Bertone, 2011; Dyson, 2011; Uribe, 2014); lo que se reporta con frecuencia son: patadas, lesiones relacionadas con irregularidades del suelo, vallas o guardaganado, caídas, resbalones sobre el hielo y accidentes relacionados con

vehículos (Bertone, 2011; Uribe, 2014). Cuando los potros se ven afectados, las fracturas suelen ser simples y secundarias a un traumatismo directo (Watkins, 2006; Bertone, 2011; Glass and Watts, 2017; Schneider and Sampson, 2020). Las fracturas diafisarias catastróficas en caballos de carreras están precedidas por fracturas por estrés (Bassage, 2014; Gray *et al.*, 2017; Schneider and Sampson, 2020). También pueden ser el resultado de una fractura condilar medial en el tercer metatarsiano e incluso una falla en la propagación de fuerzas a través de los orificios de los tornillos en una reparación previa. Las fracturas concurrentes de los pequeños huesos metacarpianos son comunes (Bertone, 2011; Uribe, 2014).

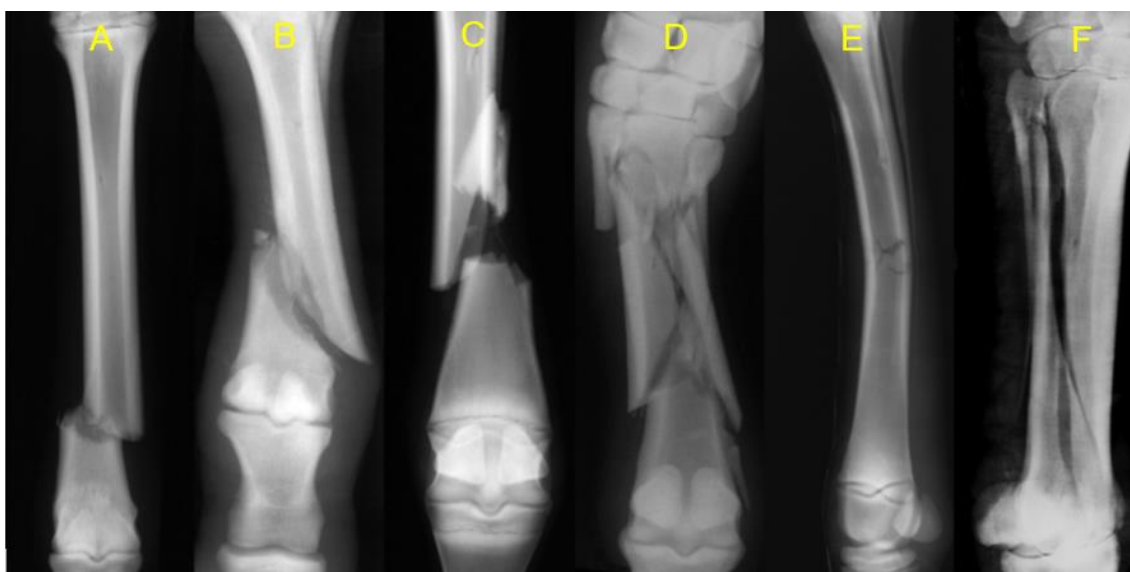


Figura 133. Tomas radiográficas del tercer metacarpiano/metatarsiano donde se puede observar diferente configuración de las fracturas diafisarias y el porcentaje en el que se presentaron en este estudio: **A)** Fracturas transversales (33.3%), **B)** Fracturas oblicuas (28.6%), **C)** Fracturas en alas de mariposa (19%), **D)** Fractura conminuta (9.5%), **E)** Fracturas de tallo verde (greenstick) (4.8%) y **F)** Fractura en espiral (4.8%) (Tomado de Bischofberger *et al.*, 2009).

Diagnóstico

Signos clínicos

El diagnóstico de una fractura diafisaria del tercer hueso metacarpiano/metatarsiano se hace a partir de los signos clínicos (Watkins, 2006; Glass and Watts, 2017; Schneider and Sampson, 2020). La región metacarpiana/metatarsiana puede

presentar aumento de volumen, inflamación de los tejidos blandos que recubren la fractura, aumento de temperatura, dolor y presentar crepitación a la palpación (Schneider and Sampson, 2020). Además puede haber una herida en caso de un traumatismo directo (Bertone, 2011).

En casos de fracturas directas no desplazadas pueden ser difíciles de diagnosticar, inicialmente la claudicación puede ser inespecífica y variable (Bertone, 2011; Uribe, 2014).

En una fractura expuesta, el diagnóstico es obvio, se puede observar una deformidad en el miembro afectado y una claudicación 5/5. En estos casos las fracturas deben recibir primeros auxilios de inmediato y finalmente hacer un diagnóstico radiográfico para identificar el tipo y la ubicación en relación con las superficies articulares. El miembro no debe manipularse excesivamente durante el examen físico porque esto puede provocar la penetración de fragmentos óseos a través de la piel (Bertone, 2011; Uribe, 2014; Richardson and Ortved, 2019; Schneider and Sampson, 2020). Las fracturas diafisarias del tercer metacarpiano/metatarsiano representan la indicación más importante para realizar una adecuada fijación externa, ya que el éxito o el fracaso dependen de los primeros auxilios (Watkins, 2006; Bischofberger *et al.*, 2009; Glass and Watts, 2017; Richardson and Ortved, 2019). La colocación adecuada de la férula es vital para una correcta reducción de la fractura (Bertone, 2011; Schneider and Sampson, 2020). La férula de la fractura protege la extremidad de más traumatismos y minimiza la posibilidad de que se exponga una fractura no expuesta, al minimizar el movimiento de los extremos fracturados del hueso se produce menos edema (Schneider and Sampson, 2020). El tercer metacarpiano y metatarsiano fracturado se puede estabilizar primero con un vendaje Robert Jones utilizando múltiples capas de algodón con una venda elástica para comprimir cada capa y la aplicación de férulas rígidas en las caras lateral y palmar/plantar según el miembro afectado (Bertone, 1994; Watkins, 2006; Mudge and Bramlage, 2007; Bertone, 2011; Schneider and Sampson, 2020). Se necesitan dos férulas en ángulos de 90 ° para contrarrestar las fuerzas de flexión dorsopalmar/plantar y lateromedial. El cloruro de

polivinilo (PVC) es un material efectivo, económico, ligero, fuerte y puede ser penetrado por rayos X (Bertone, 1994; Bertone, 2011; Schneider and Sampson, 2020). Las férulas en el miembro torácico deben extenderse desde el casco hasta el codo; en el miembro pélvico la férula plantar solo puede extenderse desde el suelo hasta el nivel de la punta del corvejón y la férula lateral debe extenderse proximalmente al nivel de la articulación de la rodilla (Watkins, 2006; Mudge and Bramlage, 2007; Bertone, 2011), posteriormente se realiza un estudio radiográfico completo para poder determinar la configuración de la fractura.

Tratamiento

El tratamiento para las fracturas diafisarias del tercer hueso metacarpiano y metatarsiano depende de varios factores que son: la edad, el peso, el sexo, el temperamento, la función zootécnica y la economía del propietario, así como las características de la fractura (Tabla 7) y el daño vascular (Bertone, 2011; Schneider and Sampson, 2020). Aunque el enfoque y el tratamiento de estas fracturas del es similar en todos los caballos, las posibilidades de éxito son significativamente mayores en los pacientes más pequeños y más jóvenes (Bischofberger *et al.*, 2009; Richardson and Ortved, 2019).

Características de una fractura
1. Articular - No articular
2. Completa – Incompleta
3. Sagital – Longitudinal
4. Simple – Compuesta
5. Expuesta – No expuesta
6. Conminuta
7. Múltiple
8. Desplazada – No desplazada
9. Patológica – No patológica
10. Crónica – Aguda

Tabla 7. Lista de características de una fractura (Fuente: propia).

Para el tratamiento es importante tomar en cuenta factores favorables y desfavorables para la reparación de la fractura (Tabla 8) (Bertone, 2011; Richardson and Ortved, 2019; Schneider and Sampson, 2020).

Factores favorables	Factores desfavorables
<ul style="list-style-type: none"> • El tercer hueso metacarpiano y metatarsiano tienen un acceso fácil para la reparación de una fractura. • El hueso es fuerte por lo que se pueden fijar tornillos y placas. • Es posible realizar fijación rígida externa. 	<ul style="list-style-type: none"> • La poca cobertura de tejidos blandos causa que la mayoría de las fracturas sean expuestas. • No hay presencia de músculos adyacentes a la fractura lo que resulta en un pobre suministro de sangre extraósea al sitio de la fractura. • Escasa vascularización de la extremidad distal. • Daño frecuente a la vasculatura circundante. • Las fracturas conminutas son frecuentes.

Tabla 8. Factores favorables y desfavorables que se toman en cuenta para la reparación de fracturas diafisarias del tercer metacarpiano y metatarsiano (Fuente: propia).

Tratamiento no quirúrgico

El tratamiento no quirúrgico es mediante la reducción y fijación rígida externa en fracturas no desplazadas (Bertone, 2011) aunque esto no se recomienda ya que los problemas en el miembro contralateral, como la laminitis se desarrollan rápidamente y los métodos de fijación para sostener el miembro son limitados (Richardson and Ortved, 2019; Schneider and Sampson, 2020). Además, la poca cobertura de los tejidos blandos sobre las fracturas en estos huesos puede provocar que las fracturas se expongan, incluso en una fijación externa ajustada. En animales jóvenes, a pesar de que la reparación de fracturas es más rápida, la fijación externa rígida no es el tratamiento de elección porque las deformidades permanentes se desarrollan rápidamente en la extremidad contralateral y se produce una debilidad flexora en el miembro que posee la fijación externa (Richardson and Ortved, 2019).

Tratamiento quirúrgico

El tratamiento de elección es el tratamiento quirúrgico por medio de una fijación interna con 1 o 2 placas de compresión dinámica. La fijación con doble placa puede requerirse en potros y siempre es necesaria en adultos (Figura 134) (McClure *et al.*, 1998; Watkins, 2006; Bertone, 2011; Dyson, 2011; Prabhakar *et al.*, 2013;

Richardson and Ortved, 2019; Schneider and Sampson, 2020). También se puede indicar la fijación con una placa percutánea mínimamente invasiva que se extiende a lo largo de la longitud del hueso combinada con tornillos individuales (James and Richardson, 2006; Bertone, 2011; Richardson and Ortved, 2019). Otros métodos que pueden emplearse en fracturas severas incluyen clavos de transfixión y fijadores externos o fijación rígida externa, estos generalmente se recomiendan en potros por una reparación rápida y bajo peso corporal (Figura 135) (Németh and Back, 1991; Bischofberger *et al.*, 2009; Lescun *et al.*, 2007; Bertone, 2011; Dyson, 2011; Schneider and Sampson, 2020).

En la fijación interna se colocan placas de compresión, generalmente dorsal y lateral o dorsal y medial, según la configuración de la fractura, además se extienden a lo largo de toda la longitud de la diáfisis y la metáfisis y deben abarcar áreas de conminución para actuar como un contrafuerte (Figura 134). Posterior a la cirugía el miembro se apoya en un vendaje de Robert Jones o se utiliza la fijación rígida externa, es importante proveer asistencia durante la recuperación de la anestesia (Bertone, 2011; Richardson and Ortved, 2019; Schneider and Sampson, 2020). La recuperación de una fractura del tercer metacarpiano/metatarsiano requiere de 2 a 3 meses en potros y de 4 a 12 meses en caballos adultos, dependiendo de la fractura y de las posibles complicaciones (Bertone, 2011). Se indica reposo hasta que los estudios radiográficos de seguimiento demuestren que la fractura se ha reparado, y se comienza a caminar de mano. Si la fractura se repara sin complicaciones, los implantes deben retirarse en caballos y potros sanos y que su uso previsto implique una actividad deportiva; las placas se retiran por etapas, aproximadamente con tres meses de diferencia con la ayuda de una evaluación radiográfica para revisar el progreso, después de retirar la placa el miembro se coloca en una fijación externa rígida y el ejercicio se inicia lentamente. En potros los tiempos pueden ser más cortos (Bertone, 2011; Richardson and Ortved, 2019; Schneider and Sampson, 2020).

Cuando no es posible la reparación mediante la fijación con placas y hay una herida con presencia de infección se puede indicar la colocación de clavos de transfixión y

fijadores externos o fijación externa rígida (Figura 135 y 136). Un estudio reciente informa una tasa de éxito del 67% con fracturas del metacarpo y metatarso.



Figura 134. Casos diferentes de fracturas que se resolvieron mediante un tratamiento quirúrgico. **A)** Fractura diafisiaria conminuta y expuesta del metatarso de un potro de 7 meses y su reparación mediante 2 placas de compresión dinámica colocadas dorsolateral y dorsomedial y la colocación de tornillos de tracción desde el exterior de las placas para fijar los fragmentos de mariposa (Tomado de Bertone, 2011). **B)** Fractura diafisiaria de transversal en el tercer metacarpiano que a comparación del caso anterior para su reparación solo se utilizó una sola placa de compresión dinámica y se reparó con un callo óseo abundante (Tomado de Bertone, 2011). **C)** Fractura conminuta y desplazada del tercer metatarsiano en un pony adulto, el tratamiento se basó en la fijación con dos placas de compresión dinámica (Tomada de Schneider and Sampson, 2020).

Además se puede utilizar el injerto óseo autógeno junto con los clavos de transfixión o alrededor de la colocación de la placa (Bertone, 2011; Schneider and Sampson, 2020). Jukema *et al.*, (1997) reportó la fijación de una fractura metacarpiana en un potro con un de anillo Ilizarov que consiste en la colocación de anillos que se sujetan en el hueso mediante clavos de transfixión (Figura 137).

La eutanasia se debe considerar seriamente en caballos con fracturas expuestas, con conminución o que comprometan a la arteria nutricia del tercer metacarpiano o metatarsiano (Cole *et al.*, 2016; Schneider and Sampson, 2020).

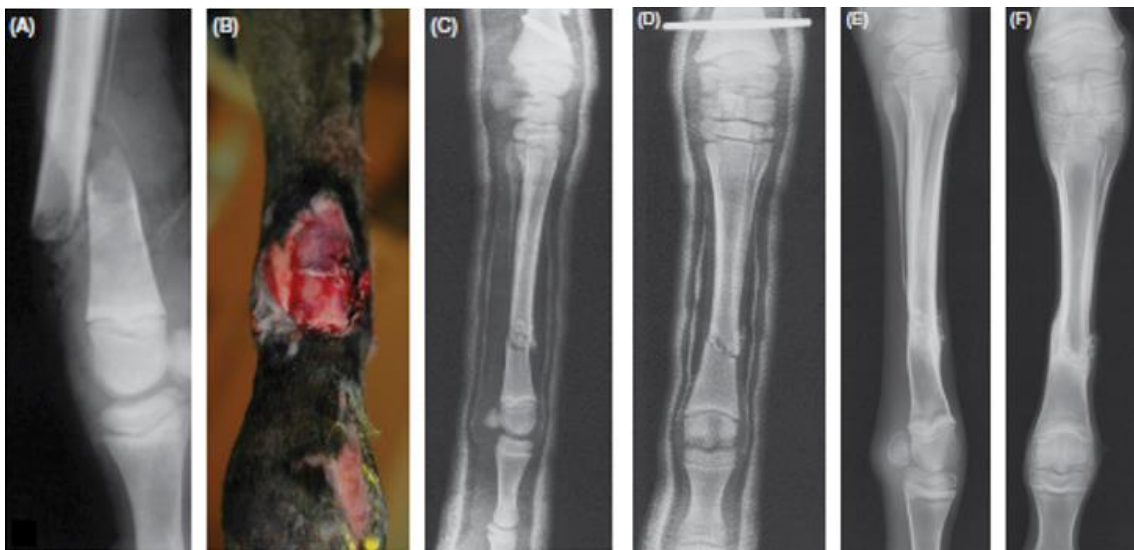


Figura 135. Fractura diafisaria en un potro; **A)** Radiografía que muestra una fractura diafisaria oblicua completa conminuta y expuesta del tercer hueso metacarpiano; **B)** Debido a la herida y la contaminación severa se reparó con fijación externa rígida y clavos de transfixión; **C)** y **D)** Se observa la colocación de clavos de transfixión en el radio distal y se incorporaron a una fijación externa rígida del miembro; **E)** y **F)** Reparación de la fractura seis semanas posteriores a la cirugía (Tomado de Schneider and Sampson, 2020).

Pronóstico

El pronóstico de las fracturas del tercer hueso metacarpiano y metatarsiano depende de las características de la fractura, la integridad del suministro vascular, la edad, actividad zotécnica, nivel de rendimiento y la estabilidad de la fijación (Dyson, 2011). En caballos adultos la conminución puede involucrar el foramen nutricional y empeorar el pronóstico (Bertone, 2011; Schneider and Sampson, 2020).



Figura 136. **A)** Fractura proximal conminuta en el tercer hueso metacarpiano en un pony adulto. **B)** El tratamiento se basó en la colocación de dos clavos de transfixión en el radio distal, ya que no fue posible una estabilización adecuada con la fijación interna proporcionada por los tornillos de tracción (Tomado de Schneider and Sampson, 2020).

El pronóstico se ve afectado por posibles complicaciones como son: desarrollo de una infección debido a una disminución de la vascularización, formación de secuestro de fragmentos óseos, la falla del implante que puede aflojarse o fatigarse, osteomielitis (Bertone, 2011; Richardson and Ortved, 2019; Schneider and Sampson, 2020). Además las complicaciones pueden ocurrir en el miembro contralateral como es el caso de laminitis (Schneider and Sampson, 2020). En potros se ha reportado infecciones, falla en la unión de la fractura y complicaciones secundarias como úlceras causadas por la fijación externa rígida y osteonecrosis (Bertone, 2011), laxitud severa del tendón (Bertone, 2011) y en casos graves la fractura del miembro contralateral (Dyson, 2011; Richardson and Ortved, 2019).

Las fracturas diafisarias en caballos adultos y se descartan los caballos miniatura, el pronóstico es desfavorable debido al peso de estos animales ya que aumenta el estrés en el implante y en la extremidad contralateral. El pronóstico para potros y caballos miniatura es reservado (Dyson, 2011; Schneider and Sampson, 2020). La

asociación entre la supervivencia y el peso corporal es significativa, se menciona que los pesos por arriba de los 320 kg son un factor de riesgo, que afecta directamente al pronóstico (Bischofberger *et al.*, 2009; Cole *et al.*, 2016; Glass and Watts, 2017).

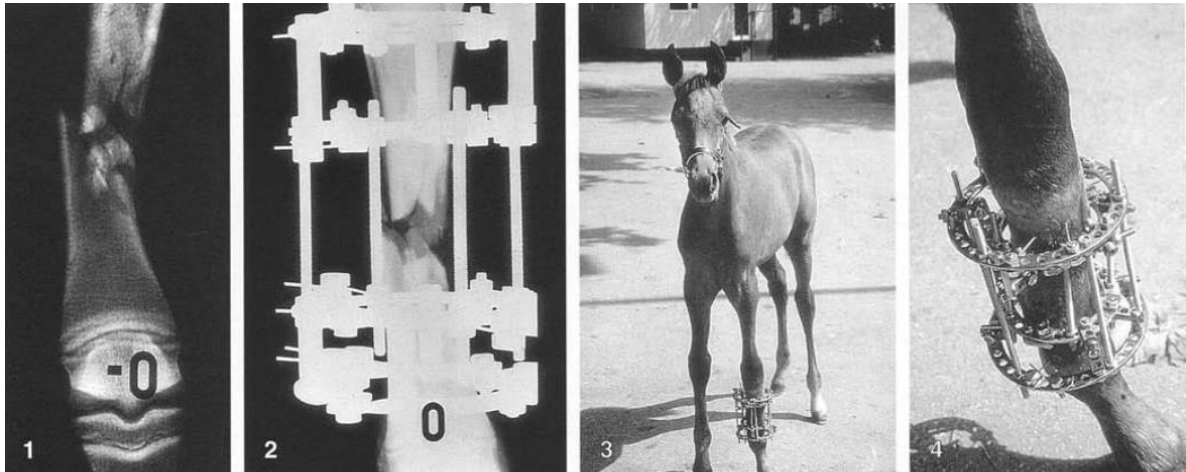


Figura 137. **1)** Radiografía de una fractura conminuta en el tercer metacarpiano en un potro; **2)** Radiografía postoperatoria, la fractura fijada con un anillo Ilizarov o fijador externo; **3 y 4)** Potro con fijación (Tomado de Jukema *et al.*, 1997).

El éxito de la reparación de fracturas del tercer metacarpiano/metatarsiano mediante la fijación interna es del 62 al 67% (McClure *et al.*, 1998; Bischofberger *et al.*, 2009). En un estudio, el 52% de los caballos pudieron regresar para su uso previsto posterior a la reparación de la fractura, aunque el 82% de estos eran potros (Bischofberger *et al.*, 2009). Por último, se reporta que el uso de pasadores de transfixión junto con la fijación externa rígida el 46% podría usarse para la cría, pero los caballos rara vez regresan al trabajo o eventos deportivos competitivos (Németh and Back, 1991).

5.6 Fracturas en el tercio proximal del tercer hueso metacarpiano y metatarsiano

Las fracturas que ocurren en el aspecto proximal del tercer hueso metacarpiano o metatarsiano pueden ser por estrés o por avulsión en el origen del ligamento suspensor del menudillo. Las fracturas por avulsión en el origen del LSM se abordan por separado.

Etiopatogenia y epidemiología

Las fracturas proximales pueden ser longitudinales incompletas de la corteza palmar o longitudinales cortas en la cara dorsal en el tercer metacarpiano y en el tercer hueso metatarsiano las fracturas son articulares dorsolaterales (Schneider and Sampson, 2020).

La fractura proximal más común afecta la corteza palmar, la línea de fractura se extiende longitudinalmente desde la articulación carpometacarpiana hacia distal a lo largo del eje del hueso (Figura 138A) (Ross *et al.*, 1988; MacDonald *et al.*, 2006; Morgan and Dyson, 2011; Richardson and Ortved, 2019; Schneider and Sampson, 2020). Estas fracturas se atribuyen a un traumatismo agudo, como un mal paso o salto (Lloyd *et al.*, 1988; Ross *et al.*, 1988; Pinchbeck and Kriz, 2001) y al daño por fatiga secundario a la carga repetitiva de compresión sobre la corteza palmar (Dyson 1988; Lloyd *et al.*, 1988; Wright *et al.*, 1990; Pleasant *et al.*, 1992; Riggs, 1994; Pinchbeck and Kriz, 2001; MacDonald *et al.*, 2006; Powell *et al.*, 2010). Se presentan más en caballos de carreras en las razas pura sangre inglés y trotones (Dyson, 1988; Ross *et al.*, 1988; MacDonald *et al.*, 2006; Morgan and Dyson, 2011; Bassage, 2014), aunque también se han descrito en otras razas como warmblood y de otras funciones zootécnicas (Pinchbeck and Kriz, 2001; Morgan and Dyson, 2011). Estas fracturas se han informado con mayor frecuencia desde el uso de la gammagrafía (Lloyd *et al.*, 1988; Pleasant *et al.*, 1992; Riggs, 1994; Pinchbeck and Kriz, 2001). Ross and Martin (1992) reportaron las fracturas longitudinales cortas en la cara dorsal y medial del tercer metacarpiano en caballos trotones.

En el tercer hueso metatarsiano se han descrito fracturas articulares en el aspecto dorsoproximolateral (Figura 138C) en caballos de carreras de las razas pura sangre inglés y trotones, además se presenta en caballos en las últimas etapas del entrenamiento (Pilsworth, 1992; Ross, 2011; Butler *et al.*, 2017; Richardson and Ortved, 2019; Schneider and Sampson, 2020). Ross (2011) reporta que ocurre más en caballos con conformación remetido de atrás o sentado de garrones (“sickle-hock”). Este tipo de fracturas se relaciona con la fátiga crónica (Ross, 2011; Schneider and Sampson, 2020) e incluso puede ser una fractura por avulsión de los tendones *Fibularis tertius* y *Craneal tibialis* (Ross, 2011).

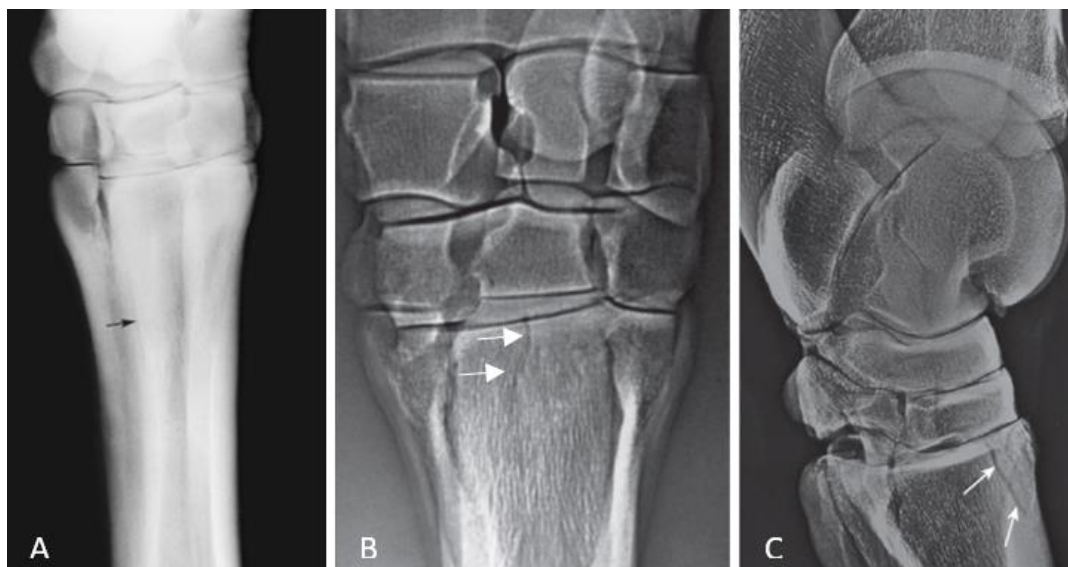


Figura 138. **A)** Radiografía dorsomedial palmarolateral oblicua de del miembro torácico derecho, la flecha señala una solución de continuidad dentro de una zona esclerótica en el aspecto proximomedial del tercer hueso metacarpiano (Tomado de Pinchbeck and Kriz, 2001); **B)** Radiografía dorsopalmar las flechas señalan una fractura en el aspecto proximal del tercer metacarpiano (Tomado de Richardson and Ortved, 2019) y **C)** Radiografía dorsomedial plantarolateral del corvejón y la región proximal del metatarso, las flechas señalan una fractura articular del aspecto dorsoproximolateral del tercer hueso metatarsiano (Tomado de Ross, 2011).

Diagnóstico

Signos clínicos

El diagnóstico de una fractura proximal del tercer hueso metacarpiano puede ser difícil, especialmente las de la corteza palmar (Schneider and Sampson, 2020). A la

observación y a la palpación puede haber aumento de temperatura, aumento de volumen y presencia de dolor. Morgan and Dyson (2011) reportaron que solo un 7% presentaron un aumento de temperatura en fracturas proximales palmares del tercer metacarpiano, un 4% presentó un aumento de volumen y un 22% de caballos presentaron dolor al aplicar presión al aspecto proximal y palmar del tercer metacarpiano. En fracturas longitudinales cortas en la superficie dorsal del tercer metacarpiano pueden presentar inflamación y aumento de volumen palpable, así como la presencia de dolor a la palpación (Ross and Martin, 1992).

La claudicación puede ser de inicio agudo y se puede resolver en los días posteriores, pero si el caballo continúa en entrenamiento la claudicación puede empeorar (Ross and Martin, 1992; Schneider and Sampson, 2020), esta suele ir de 1-4/5 además la claudicación no suele ser evidente al paso. También se reporta que la claudicación puede ser más grave cuando trota en línea recta en comparación con los círculos (Pleasant *et al.*, 1992; Pinchbeck and Kriz, 2001; MacDonald *et al.*, 2006; Morgan and Dyson, 2011).

Analgesia diagnóstica

La analgesia diagnóstica puede ser confusa, se puede realizar la analgesia de la articulación intercarpiana, o un bloqueo volar alto o la infiltración del área de origen del ligamento suspensor del menudillo (Lloyd *et al.*, 1988; Ross and Martin, 1992; Pleasant *et al.*, 1992; Powell *et al.*, 2010; Richardson and Ortved, 2019; Schneider and Sampson, 2020). La analgesia perineural de los nervios metacarpianos palmares disminuyó la claudicación en el 69% de los caballos, la analgesia intraarticular de la articulación intercarpiana mejoró la claudicación en un 14,3% de los caballos (Morgan and Dyson, 2011).

Imagenología

El estudio radiográfico es importante para realizar un diagnóstico preciso. La proyección dorsopalmar (Figura 138B) suele ser la única toma que demuestra la fractura (Lloyd *et al.*, 1988; Richardson and Ortved, 2019; Schneider and Sampson, 2020). Los hallazgos radiográficos incluyen: zonas de esclerosis, una solución de

continuidad que confirme la fractura en el aspecto proximal del tercer metacarpiano y en algunos casos se puede observar una línea radiopaca (MacDonald *et al.*, 2006; Morgan and Dyson, 2011). Los caballos con fractura incompleta dorsomedial proximal del tercer metacarpiano solo se pueden ver en las tomas oblicuas, estas tomas deben abarcar los carpos ya que la mayoría de ocasiones son fracturas articulares (Ross and Martin, 1992; Pinchbeck and Kriz, 2001; Schneider and Sampson, 2020).

La gammagrafía nuclear puede ser útil, los hallazgos incluyen, aumento moderado a intenso de la captación radiofarmacéutica de tecnecio en el aspecto proximopalmar del tercer metacarpiano (Figura 139) (Lloyd *et al.*, 1988; Wright *et al.*, 1990; Pleasant *et al.*, 1992; Riggs, 1994; Pinchbeck and Kriz, 2001; MacDonald *et al.*, 2006; Morgan and Dyson, 2011; Schneider and Sampson, 2020).

La resonancia magnética y la tomografía computarizada pueden ser utilizadas para definir el plano de fractura y desarrollar un mejor plan de tratamiento (Figura 140) (Schneider and Sampson, 2020). Los hallazgos de la resonancia magnética incluyen disminución de la intensidad de la señal en el aspecto proximopalmar del tercer metacarpiano que puede extenderse desde la articulación carpometacarpiana (Powell *et al.*, 2010; Morgan and Dyson, 2011).

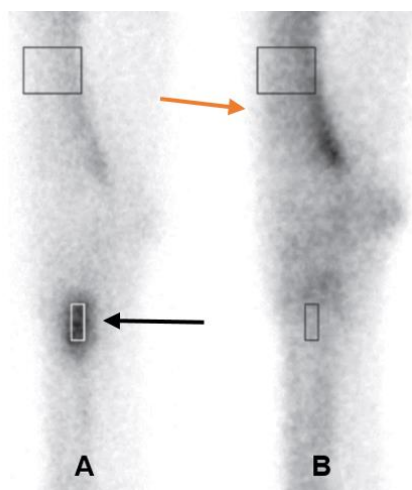


Figura 139. Gammagrafía lateral del carpo y del aspecto proximal del tercer metacarpiano; **A)** miembro torácico que presentaba claudicación y un aumento de captación radiofarmacéutica en el aspecto proximal del tercer metacarpiano; **B)** miembro contralateral la flecha muestra un aumento de captación radiofarmacéutica en el radio (Tomado de Morgan and Dyson, 2011).

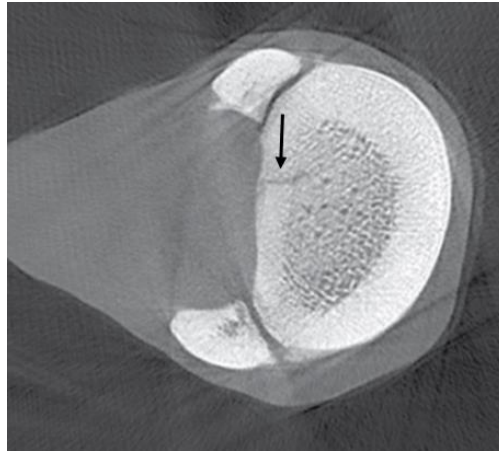


Figura 140. Tomografía computarizada la flecha señala una fractura palmarproximal en el tercer hueso metacarpiano (Tomado de Schneider and Sampson, 2020).

El ultrasonido también contribuye al diagnóstico de las fracturas proximales palmares del tercer metacarpiano. Morgan y Dyson (2011) reportan que solo en 3 de 43 caballos se identificó un defecto en la corteza palmar del tercer metacarpiano durante el ultrasonido. Sin embargo, es útil para descartar desmitis proximal del ligamento suspensor del menudillo u otras lesiones de tejidos blandos (Pinchbeck and Kriz, 2001; MacDonald *et al.*, 2006; Morgan and Dyson, 2011).

En las fracturas dorsoproximolaterales del tercer metatarsiano la claudicación puede ser de inicio agudo o ser crónica, la inflamación de los tejidos blandos es rara, puede haber un aumento de volumen palpable, la flexión del corvejón puede ser positiva y puede presentar dolor a la presión profunda en el aspecto dorsolateral y proximal del tercer metatarsiano (Ross, 2011; Schneider and Sampson, 2020). La claudicación se puede resolver con la analgesia intrarticular de la articulación tarsometatarsiana o con la analgesia perineural de los nervios peroneo y tibial (Ross, 2011; Butler *et al.*, 2017; Richardson and Orved, 2019; Schneider and Sampson, 2020). En la radiografía se puede observar la presencia de proliferación ósea (Figura 138C), además se puede observar osteoartritis concomitante que involucra el aspecto dorsal de las articulaciones tarsometatarsianas. La gammagrafía es útil para diferenciar las fracturas de lesiones de la articulación tarsometatarsiana (Ross, 2011).

Las fracturas mencionadas y las fracturas por avulsión del origen del LSM tienen signos similares y también habrá una mayor captación radiofarmacéutica de tecnecio durante la gammagrafía. Si se sospecha de una fractura incompleta, las radiografías digitales de alta calidad y las radiografías repetidas a las dos semanas confirmarán o descartarán una fractura (Schneider and Sampson, 2020).

Tratamiento

Los caballos con fracturas incompletas del tercio proximal del tercer metacarpiano pueden tratarse mediante un tratamiento médico o quirúrgico.

Tratamiento médico

El tratamiento médico es generalmente el de elección, consiste entre 3 a 6 meses de descanso y posterior a este se comienza con un programa de ejercicio controlado (Ross, 1988; Lloyd *et al.*, 1988; Pleasant *et al.*, 1992; Riggs, 1994; Pinchbeck and Kriz 2001; MacDonald *et al.*, 2006; Bassage, 2014; Richardson and Orved, 2019; Schneider and Sampson, 2020). El caballo puede regresar a un programa de entrenamiento regular hasta que las radiografías demuestren que la fractura está reparada (Riggs, 1994; Schneider and Sampson, 2020), estos hallazgos incluyen esclerosis medular y ausencia de la solución de continuidad de la fractura. Los caballos que trataron con un tratamiento médico después de 3 a 6 meses de descanso se desempeñaron como se esperaba, caballos con descanso menor a los 3 meses volvieron a presentar claudicación (Ross, 1998).

Tratamiento quirúrgico

El tratamiento quirúrgico de estas fracturas se puede indicar en caballos con claudicación crónica o en donde las fracturas son extensas y se propagan hacia la corteza lateral o medial (Figura 141). El tratamiento consiste en la colocación de tornillos corticales de tracción (Figura 141), durante la cirugía debe realizarse un estudio radiográfico intraoperatorio (Ross, 1988; Schneider and Sampson, 2020). Ross (1988) reportó que el caballo en el cual se realizó cirugía 6 meses posteriores se observó radiográficamente que la fractura se había reparado.

En las fracturas dorsoproximolaterales del tercer metatarsiano el tratamiento conservador es el que se recomienda, sin embargo, aquellas fracturas que estén desplazadas se recomienda la fijación interna con tornillos corticales en forma de tracción (Figura 142) (Ross, 2011; Richardson and Ortved, 2019; Schneider and Sampson, 2020), además de un periodo de descanso. El estudio radiográfico de seguimiento se indica a los 3 meses posteriores a la cirugía (Schneider and Sampson, 2020). La extracción del tornillo generalmente no es necesaria (Richardson and Ortved, 2019).

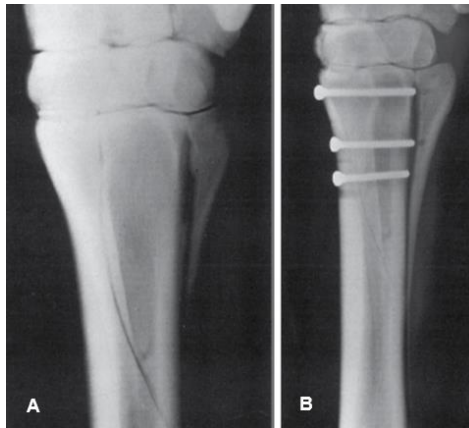


Figura 141. **A)** Fractura atípica del metacarpo proximal con propagación distal en un caballo de carreras, presentó claudicación severa posterior a una carrera; **B)** reparación quirúrgica con tornillos interfragmentarios, los tornillos no se insertaron distalmente en la fractura debido a la proximidad con el foramen nutricional, los tornillos se retiraron después de que la fractura se reparó y el caballo pudo volver a las carreras (Tomado de Schneider and Sampson, 2020).

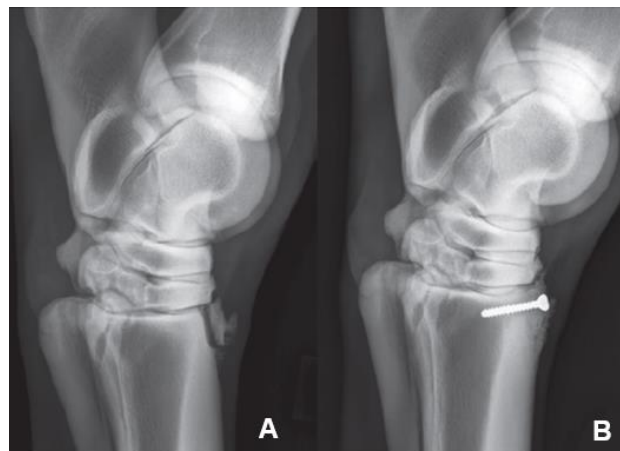


Figura 142. **A)** Fractura proximal dorsal desplazada del tercer hueso metatarsiano; **B)** reparación quirúrgica con tornillo cortical colocado en forma de tracción (Tomado de Richardson and Ortved, 2019).

Pronóstico

Los caballos con fractura en el aspecto proximal del tercer hueso metacarpiano tienen un pronóstico de favorable a reservado para volver al entrenamiento (Ross *et al.*, 1988; Lloyd *et al.*, 1988; Ross and Martin, 1992). Pleasant *et al.* (1992) reportó un 64% de casos volvieron a su nivel anterior de rendimiento mediante un tratamiento médico. Por otro lado, Morgan and Dyson (2011) informan que el 98% regresó a su función atlética, después del tratamiento médico y un programa de ejercicio controlado. Si la fractura es articular pero no hay desplazamiento hay pocas posibilidades de una osteoartritis secundaria debido a que la articulación carpometacarpiana es de bajo movimiento (Schneider and Sampson, 2020).

El pronóstico para las fracturas articulares dorsolaterales proximales del tercer metatarsiano es reservado (Pilsworth, 1992; Ross, 2011), debido a que los caballos una vez que regresen al entrenamiento pueden desarrollar osteoartritis de la articulación tarsometatarsiana (Ross, 2011; Bassage, 2014; Butler *et al.*, 2017; Schneider and Sampson, 2020).

5.7 Fracturas por avulsión en el origen del ligamento suspensor del menudillo

Las fracturas por avulsión en el origen del LSM se han reportado en el miembro torácico y pélvico, se consideran uno de los diagnósticos diferenciales que causan dolor en el aspecto proximal y palmar o plantar del tercer hueso metacarpiano y metatarsiano (Figura 143) (Dyson, 1988; Bischofberger *et al.*, 2006; Brokken *et al.*, 2007; Booth, 2010; Misheff *et al.*, 2010; Bertone, 2011; Schramme and Labens, 2013).

Etiopatogenia y epidemiología

Las fracturas por avulsión en el origen del LSM en el tercer metacarpiano ocurren con mayor frecuencia en caballos de carreras jóvenes, se han reportado más en trotones que en pura sangre inglés (Bramlage *et al.*, 1980; Bertone, 2011; Dyson,

2011; Dyson and Biggi, 2018); también se han descrito en caballos élite de resistencia (Misheff *et al.*, 2010; Dyson and Biggi, 2018). Algunas fracturas descritas como avulsiones parecen ocurrir inmediatamente distales al sitio de unión del LSM (Dyson, 2011).

Las fracturas por avulsión del tercer hueso metatarsiano que están asociadas con el origen del LSM pueden ser lesiones únicas o asociadas con la desmitis proximal del LSM, pueden producirse fracturas bilaterales por avulsión. Ocurren en caballos de doma, de salto y en Trotones de carreras (Ross, 2011; Boswell, s.f.).



Figura 143. Corteza proximal y palmar del tercer hueso metacarpiano, las flechas muestran los sitios de origen del ligamento suspensor del menudillo, lugar donde se producen fracturas por avulsión (Tomado de Booth, 2010).

Diagnóstico

Signos clínicos

En la mayoría de los casos, excepto los más agudos el dolor, el aumento de temperatura y volumen, la distensión de la vena palmar medial suelen estar ausentes (Booth, 2010; Ross, 2011). La claudicación puede ser de moderada a severa y el inicio es agudo (Bramlage *et al.*, 1980; Dyson, 2011; Ross, 2011; Schramme and Labens, 2013). En la etapa aguda, la presión aplicada sobre superficie proximal y palmar del tercer metacarpiano provocará una respuesta dolorosa y la presión sostenida puede exacerbar la claudicación. En casos de fracturas por avulsión y con claudicación crónica pueden mejorar con descanso pero no se resuelve (Dyson, 2011; Schramme and Labens, 2013).

Analgésia diagnóstica

La analgesia diagnóstica es útil especialmente en caballos con claudicación crónica, y además se pueden requerir técnicas analgésicas locales como la infiltración local en el origen del LSM. La analgesia perineural de la rama profunda del nervio palmar/plantar lateral generalmente mejora la claudicación, también se puede indicar un bloqueo volar alto, la analgesia intraarticular de la articulación intercarpiana también puede mejorar la claudicación (Dyson, 2011; Schramme and Labens, 2013). En el miembro pélvico se puede indicar la analgesia del nervio subtarsal (Booth, 2010).

Imagenología

Una fractura por avulsión radiológicamente se puede observar mejor en las tomas dorsopalmar o una dorsopalmar ligeramente oblicua, además en las tomas lateromedial y lateromedial flexionada. En la toma dorso palmar, los hallazgos radiológicos incluyen una solución de continuidad de manera horizontal (Figura 144A y 145) o lineal o en forma semicircular, además de una oquedad radiolúcida (Figura 144B) (Booth, 2010; Dyson, 2011; Dyson and Biggi, 2018). En la toma lateromedial se puede ver un fragmento desplazado palmarmente de la corteza palmar del tercer hueso metacarpiano (Dyson and Biggi, 2018). En el tercer hueso metatarsiano puede ser difícil observar la fractura, por lo que en ocasiones no es detectable radiológicamente, pero se pueden observar áreas de radiolucidez y aumento de la radiopacidad (Ross, 2011).

El ultrasonido puede ser útil para detectar un fragmento avulsionado especialmente en una vista longitudinal, en caso de que el fragmento se desplace puede observarse una discontinuidad de la corteza palmar del tercer metacarpiano (Booth, 2010; Dyson, 2011; Dyson and Biggi, 2018). En el miembro pélvico es difícil de visualizar la región debido a la profundidad de la estructura y la superposición de más estructuras de tejidos blandos (Booth, 2010). Es adecuado realizar un ultrasonido con el miembro apoyado y con el miembro flexionado, ya que se puede observar callo periosteal leve en caballos con una fractura crónica (Dyson, 2011). Además con el ultrasonido se puede identificar desmitis del LSM, que puede ser

concomitante o asociada a la fractura por avulsión (MacDonald *et al.*, 2006; Booth, 2010; Schramme and Labens, 2013).

En ocasiones la gammagrafía puede ser útil en los casos en los que no se obtuvo respuesta con la analgesia diagnóstica (Booth, 2010), los hallazgos son áreas aumento en la captación radiofarmacéutica que involucran el aspecto plantar proximal del tercer metatarsiano (Figura 146), es importante diferenciar el aumento de la captación en la articulación tarsometatarsiana y en el origen del LSM, pero el aumento concomitante en ambas áreas es usual (Ross, 2011).

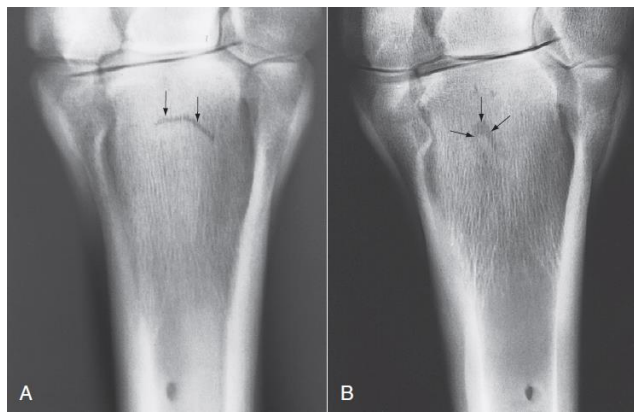


Figura 144. **A)** Toma radiográfica dorsopalmar de la cara proximal de la región metacarpiana, las flechas señalan la solución de continuidad que sugiere una fractura por avulsión en el origen del LSM; **B)** Toma radiográfica dorsopalmar de la región metacarpiana proximal las flechas señalan una oquedad o área radiolúcida en forma semicircular que indica una fractura por avulsión en el origen del LSM (Tomado de Dyson, 2011).



Figura 145. Toma radiográfica dorsopalmar de la región metacarpiana proximal las flechas señalan una amplia solución de continuidad en la cara proximal del tercer hueso metacarpiano que sugiere una fractura por avulsión del origen del LSM (Tomado de Dyson and Biggi, 2018).

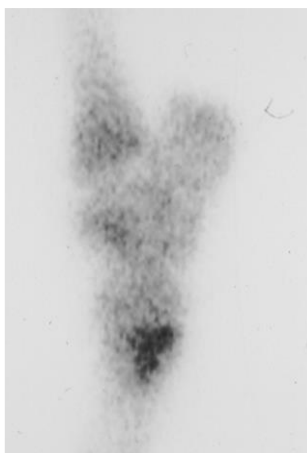


Figura 146. Gammagrafía lateral que muestra la captación radiofarmacéutica focal incrementada, en forma triangular que sugiere una fractura por avulsión del tercer hueso metatarsiano asociada con el origen del LSM (Tomado de Ross, 2011).

Tratamiento

Tratamiento médico

El tratamiento médico consta de descanso durante seis semanas, seguido de un plan de ejercicio controlado durante otras seis semanas (Bramlage *et al.*, 1980; Booth, 2010; Dyson, 2011; Ross, 2011; Schramme and Labens, 2013; Boswell, s.f.) mientras tanto es importante la monitorización clínica, radiológica y al ultrasonido. La fractura puede permanecer detectable radiológicamente entre dos y cuatro meses; al ultrasonido se puede apreciar el callo perióstico a partir de las cuatro a las seis semanas posteriores a la lesión (Dyson, 2011). El tiempo total de recuperación es entre cuatro y seis meses (MacDonald *et al.*, 2006; Dyson, 2011).

Tratamiento quirúrgico

Launois *et al.* (2006) reportó la osteostixis como tratamiento quirúrgico para las fracturas por avulsión en el origen del LSM con buenos resultados, lo anterior debido a que se permite la entrada de elementos osteoblásticos para fomentar la reparación (Figura 147) (Booth, 2010).

Más recientemente, las modalidades terapéuticas como la terapia de ondas de choque, se han recomendado como métodos para mejorar el pronóstico para el retorno a la función atlética (MacDonald *et al.*, 2006; Booth, 2010).

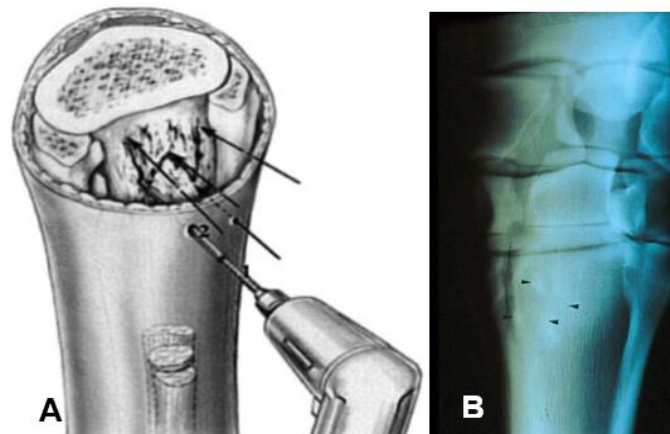


Figura 147. **A)** Diagrama que muestra los sitios de osteostixis que se realiza a través de la corteza palmar o plantar hacia la cavidad medular en el sitio de la fractura. **B)** Toma radiográfica dorsopalmar de la región metacarpiana dos años después de la osteostixis, las flechas señalan los lugares de perforación (Tomado de Launois *et al.*, 2006).

Pronóstico

El pronóstico de las fracturas por avulsión en el origen del LSM es reservado a desfavorable (Booth, 2010). Debido a que el fragmento de fractura puede causar un secuestro óseo, además, puede desarrollar o progresar la desmitis proximal del LSM (Dyson, 2011; Ross, 2011; Boswell, s.f.).

5.8 Fracturas condilares del tercer hueso metacarpiano y metatarsiano

Las fracturas condilares se originan en la superficie articular palmar o plantar de los cóndilos del tercer hueso metacarpiano o metatarsiano (Ellis, 1994; Bassage, 2014). Son otra forma de fractura por fatiga, se asocia a la tensión cíclica durante el ejercicio de alta velocidad (Tranquille *et al.*, 2012; Schramme and Labens, 2013; Bassage, 2014; Dubois *et al.*, 2014).

Etiopatogenia y epidemiología

Las fracturas de los cóndilos del tercer hueso metacarpiano y metatarsiano se producen con mayor frecuencia en caballos pura sangre inglés de carreras, pero

también en trotones, cuartos de milla y árabes (Ellis, 1994; Zekas *et al.*, 1999a; Parkin *et al.*, 2006; Bertone, 2011; Bassage, 2014; Butler *et al.*, 2017).

Las fracturas pueden desarrollarse en el cóndilo medial o lateral. En los miembros torácicos las fracturas del cóndilo lateral son siete veces más comunes que las fracturas en el cóndilo medial. En miembros pélvicos las fracturas laterales son de 3 a 4 veces más comunes (Butler *et al.*, 2017; Richardson and Ortved, 2019). Las fracturas condilares de los miembros pélvicos son más comunes en trotones (Bertone 2011).

Las fracturas condilares laterales se orientan verticalmente en plano sagital y van desde fracturas cortas hasta fracturas completas con conminución (Richardson and Ortved, 2019) y pueden ser: incompleta no desplazadas, completa no desplazada y completa desplazada (Figura 148) (Bertone 2011; Bassage, 2014).

Las fracturas condilares mediales pueden ser: simples que se orientan sagitalmente e involucran solo la metáfisis y la diáfisis distal; en espiral que se propagan proximalmente en forma de espiral y las fracturas en “y” que son fracturas sagitales largas que cambian abruptamente la configuración o dirección de la diáfisis media (Figura 149) (Bassage, 2014; Richardson and Ortved, 2019). En miembros pélvicos generalmente estas fracturas se extienden hacia la diáfisis del tercer hueso metatarsiano (Butler *et al.*, 2017).

Respecto a la raza, en caballos pura sangre inglés las fracturas condilares se producen con mayor frecuencia en los miembros torácicos y las fracturas laterales son las más comunes (Ellis, 1994; Zekas *et al.*, 1999a; Jacklin and Wright, 2012; Richardson and Ortved, 2019), además Ellis (1994) observó que el 90% de las fracturas fueron en caballos de entre 2 y 3 años. Por otro lado en trotones las fracturas ocurren tanto en miembros torácicos como pélvicos y las fracturas pueden ser tanto laterales como mediales. La diferencia entre esta dos razas se atribuye a las diferencias biomecánicas entre el trote y el galope (Bassage, 2014).

Parkin *et al.* (2006) mencionan que las fracturas condilares son la causa más común de eutanasia en los caballos pura sangre inglés en los hipódromos del Reino Unido.

Por otra parte Johnson *et al.* (1994) menciona que aproximadamente el 20% de los pura sangre inglés de carreras en los Estados Unidos eutanasiados es por fractura condilar lateral del tercer hueso metacarpiano.

La causa principal de las fracturas condilares es la acumulación de estrés y remodelación en respuesta al entrenamiento (Zekas *et al.*, 1999b; Riggs *et al.*, 1999a; Radtke *et al.*, 2003; Whitton *et al.*, 2010; Tranquille *et al.*, 2012; Schramme and Labens, 2013; Bassage, 2014). En caballos de carreras el hueso subcondral en la región de los cóndilos sufre una remodelación constante en respuesta a las tensiones del ejercicio a alta velocidad (Ross, 1998, Riggs *et al.*, 1999b).

Firth *et al.* (2009) demostró que hay anomalías morfológicas en el hueso subcondral del surco parasagital en un pequeño grupo de caballos antes de ingresar al entrenamiento, lo que sugiere que podría haber un componente del desarrollo de algunos caballos.

Las fracturas axiales de los sesamoideos proximales se asocian con fracturas condilares laterales desplazadas (Barclay *et al.*, 1985; Bertone, 2011; Schramme and Labens, 2013)

Se consideran factores de riesgo caballos con pinzas largas y bajos de talones (Kane *et al.*, 1998). Otros estudios *in vitro* tienen la sospecha de que la lesión o la debilidad del LSM puede predisponer a una fractura condilar (Jeune *et al.*, 2003; Schramme and Labens, 2013). Otros factores de riesgo pueden ser el entrenamiento en terreno firme o duro, largas distancias de carrera y herraduras con garras (Schramme and Labens, 2013).

Signos clínicos

Las fracturas expuestas o inestables el diagnóstico es obvio, pero en fracturas incompletas que involucran pocos centímetros distales del cóndilo pueden ser un desafío diagnóstico (Richardson and Ortved, 2019).

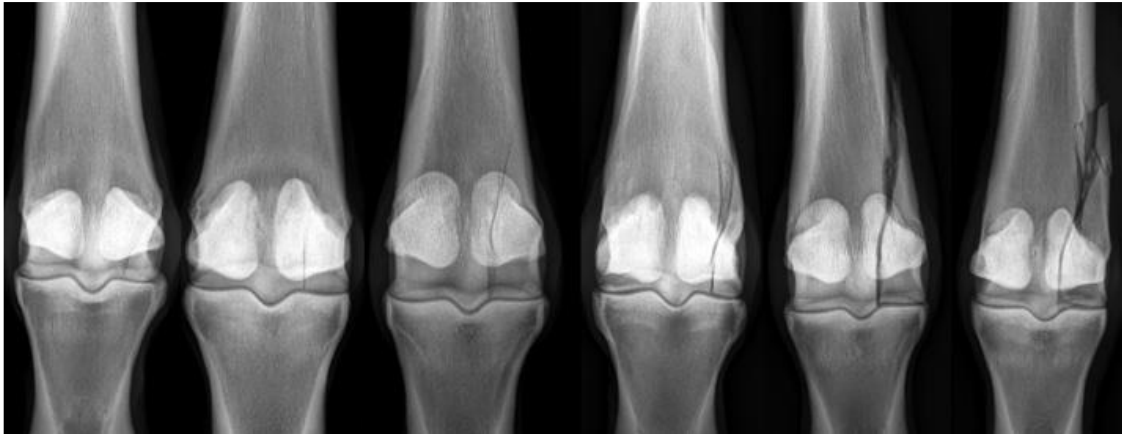


Figura 148. Tomas dorsopalmares o dorsoplantares de la región del menudillo, se observa diferente configuración de fracturas condilares laterales que se orientan verticalmente en plano sagital y varían desde incompletas, fracturas completas no desplazadas y fracturas completas desplazadas con conminución (Richardson and Ortved, 2019).



Figura 149. Toma dorsopalmar o dorsoplantar de la región metacarpiana o metatarsiana, donde se observa diferente configuración de fracturas condilares mediales. **A)** Fractura condilar medial en espiral (Tomada de Bertone, 2011). **B)** Fractura condilar medial con configuración diafisaria media 'Y' (flecha) (Tomada de Richardson and Ortved, 2019).

Diagnóstico

Signos clínicos

Durante el examen físico se puede observar aumento de volumen en la región del menudillo, efusión articular e inflamación periarticular de tejidos blandos, durante la

palpación se puede percibir aumento de temperatura y la flexión provocará una respuesta dolorosa. En caballos con fracturas condilares desplazadas se observa aumento de volumen de tejidos blandos sobre el cóndilo afectado y una desviación notable en el contorno de la metáfisis (Bertone, 2011; Bassage, 2014; Butler *et al.*, 2017; Richardson and Ortved, 2019).

Las fracturas condilares crónicas cortas y no desplazadas tienden a tener menos aumento de volumen de tejidos blandos, pero pueden presentar efusión articular y presentar dolor a la flexión de la articulación del menudillo (Bertone, 2011; Bassage, 2014).

Es recomendable hacer una evaluación radiográfica en todos los casos en los que se sospecha de una fractura condilar antes de iniciar con una evaluación de claudicaciones. La mayoría de los caballos con fractura condilar presentan una claudicación de moderada a severa durante o después de una carrera o del trabajo a alta velocidad. Los caballos con fracturas incompletas crónicas suelen presentar claudicación de leve a moderada. La claudicación en caballos con fracturas crónicas desplazadas es severa debido al progreso de la enfermedad articular degenerativa (Bassage 2014; Richardson and Ortved, 2019).

Analgesia diagnóstica

La analgesia diagnóstica rara vez es necesaria para localizar el sitio del dolor en caballos con fracturas condilares y está contraindicada en todos los caballos con signos clínicos típicos de fractura aguda dados los riesgos de desarrollar una fractura completa y catastrófica. En el caso excepcional de un caballo con una fractura condilar lateral crónica, incompleta o unicortical que ha podido continuar con algún nivel de ejercicio, que no presentó claudicación aguda y efusión articular la analgesia diagnóstica sería aceptable. En estos caballos, un bloqueo volar bajo o la analgesia intraarticular de la articulación del menudillo debe resolver la claudicación (Bassage, 2014).

Imagenología

La gammagrafía rara vez se utiliza en el diagnóstico de fractura condilar pero puede utilizarse para fracturas condilares crónicas y se puede observar áreas focales de captación radiofarmacéutica aumentada en el tercio distal del tercer metacarpiano o metatarsiano (Bassage, 2014). Richardson and Ortved (2019) mencionan que la gammagrafía es el mejor medio para la detección temprana de lesiones condilares, incluso antes de que haya una lesión estructural macroscópica visible.

La evaluación radiográfica está indicada para todos los casos de fractura condilar, se debe incluir toda la región metacarpiana o metatarsiana ya que algunas fracturas se extenderán proximalmente hacia la diáfisis, especialmente en fracturas condilares mediales (Bassage, 2014; Butler *et al.*, 2017). Es importante incluir una toma dorsodistal palmarproximal/plantarproximal oblicua para evaluar el aspecto palmar o plantar de los cóndilos en busca de la presencia de un fragmento en la superficie articular (Figura 150B) (Bassage, 2014; Butler *et al.*, 2017; Richardson and Ortved, 2019). Los sesamoideos proximales también deben evaluarse, debido a que una fractura axial del sesamoideo proximal lateral puede asociarse con una fractura condilar lateral desplazada (Figura 150A) (Barclay *et al.*, 1985; Butler *et al.*, 2017); además también se puede encontrar alguna patología asociada como enfermedad articular degenerativa (Bertone, 2011; Bassage, 2014). Además de las tomas de rutina pueden ser necesarias vistas oblicuas adicionales para establecer si la fractura se extiende hacia la diáfisis (Butler *et al.*, 2017).

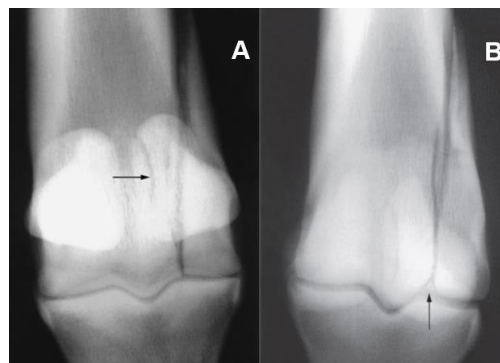


Figura 150. **A)** Toma dorsopalmar de la región del menudillo, se observa una fractura completa desplazada condilar lateral asociada a una fractura axial del sesamoideo lateral proximal (flecha); **B)** Toma dorsodistal palmarproximal oblicua de la articulación del menudillo, la flecha muestra un fragmento en el aspecto palmar del cóndilo lateral del tercer metacarpiano que no se puede observar con la toma dorsopalmar (Tomado de Bassage, 2014).

La tomografía computarizada (Figura 151) y la resonancia magnética tienen ventajas sobre la radiografía (Morgan *et al.*, 2006; Ramzan *et al.*, 2014; Tranquille *et al.*, 2016). Son especialmente útiles para la detección temprana de la lesión por estrés y la predisposición a fracturas condilares (Figura 152) (Tranquille *et al.*, 2016). Otra ventaja de la tomografía computarizada es de gran ayuda para el cirujano y así conocer con precisión la configuración de la fractura (Figura 153). Dubois *et al.* (2014) sugieren que la tomografía computarizada puede usarse para cuantificar las dimensiones de las grietas que resultan de la fatiga subcondral en caballos pura sangre inglés para evaluar el riesgo de una fractura condilar (Figura 154).



Figura 151. Resonancia magnética de la parte distal del tercer hueso metacarpiano o metatarsiano, las flechas muestran una fractura condilar lateral completa (Tomado de Tranquille *et al.*, 2012).

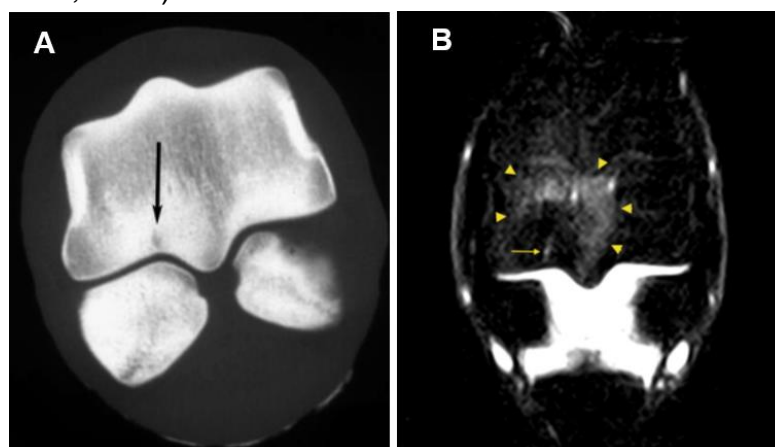


Figura 152. **A)** Tomografía computarizada transversal de la región metacarpiana distal y contralateral de un caballo que sufrió una fractura condilar, la flecha muestra una grieta en el surco condilar lateral (Tomado de Morgan, 2006). **B)** Resonancia magnética dorsal a través de la región condilar palmar de la articulación del menudillo, lateral se encuentra a la izquierda de la imagen, la flecha muestra una fisura cortical y las puntas de flechas muestran la hipersensibilidad de señal en el hueso esponjoso del cóndilo lateral (Tomado de Ramzan, 2014).

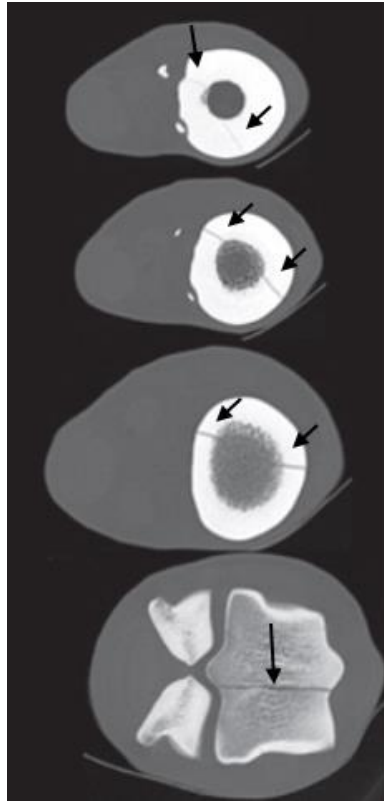


Figura 153. Tomografía computarizada transversal de proximal a distal a diferentes niveles del tercer metacarpiano, las flechas muestran un patrón en espiral, en donde la línea de fractura en la corteza dorsal viaja medialmente y la línea de fractura en la corteza palmar viaja lateralmente (Modificado de Richardson and Ortvad, 2019).

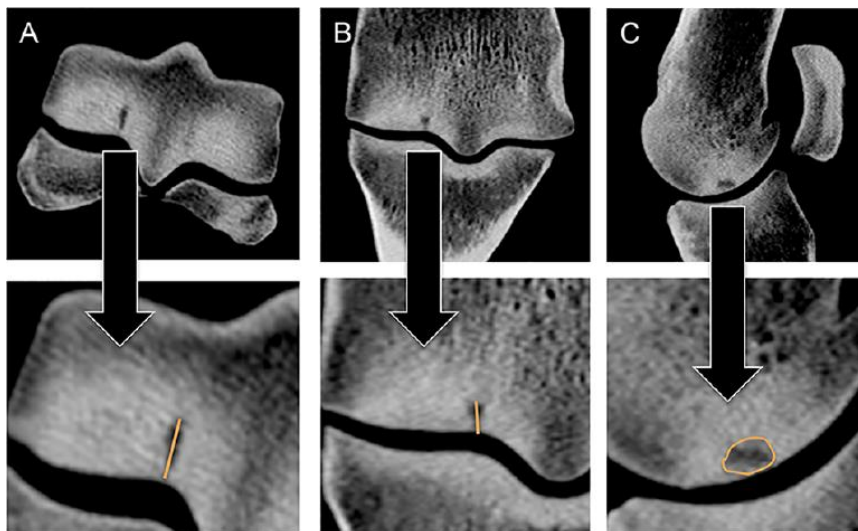


Figura 154. **A)** Resonancia magnética transversal; **B)** Resonancia magnética frontal y **C)** Resonancia magnética parasagital, las flechas muestran un acercamiento de las grietas causadas por fatiga en el hueso subcondral (Tomado de Dubois *et al.*, 2014).

Tratamiento

Todos los caballos con fracturas condilares deben inmovilizarse inmediatamente (Bertone, 2011; Bassage, 2014). Los primeros auxilios incluyen la reducción externa del miembro afectado, AINEs y reposo absoluto hasta que se inicie el tratamiento definitivo (Bertone, 2011; Bassage, 2014; Richardson and Ortved, 2019).

En las fracturas condilares laterales la inmovilización se hace con la extremidad distal en una posición neutral orientada de manera que la región metacarpiana o metatarsiana y el dedo estén alineados, se puede hacer con una férula Kimzey (Bassage, 2014).

Las fracturas condilares mediales se inmovilizan con un vendaje rígido acolchado como un vendaje Robert Jones (Russell and Maclean, 2006; Bassage, 2014). En los caballos con líneas de fractura identificables radiográficamente en la mitad de la diáfisis, se recomiendan férulas aplicadas dorsal y lateralmente en el miembro torácico hasta el codo, en el miembro pélvico la férula debe ser plantar y lateral la punta del corvejón. La reducción se realiza con un vendaje y férulas o con la fijación externa rígida del miembro completo también debe considerarse antes del transporte, debido al riesgo de desarrollar una fractura catastrófica (Bassage and Richardson, 1998; Bassage, 2014; Richardson and Ortved, 2019).

Posterior a la reducción externa se verifica la extensión completa de la fractura para descartar una patología concomitante, evitar el desplazamiento de una fractura y daños adicionales a la articulación del menudillo (Bertone, 2011; Bassage, 2014).

Tratamiento médico

El tratamiento médico se indica en fracturas condilares laterales incompletas particularmente aquellas en las que las consideraciones económicas impiden la cirugía, el tratamiento no quirúrgico puede tener un buen resultado (Ellis, 1994; Bassage and Richardson, 1998; Bertone, 2011; Bassage, 2014; Richardson and Ortved, 2019). La parte distal de la extremidad se mantiene en una fijación externa rígida durante 2-3 semanas para ayudar a minimizar la inflamación de tejidos blandos y para proporcionar apoyo. Los caballos se descansan durante 2 meses,

seguido de un plan de ejercicio controlado (Bertone, 2011), el entrenamiento no se reanuda hasta la reparación completa de la fractura (Bertone, 2011; Bassage, 2014). La principal desventaja del tratamiento no quirúrgico es la tendencia a una reparación tardía en la superficie articular (Ellis, 1994; Bertone, 2011; Bassage, 2014).

Tratamiento quirúrgico

Es el recomendado para la mayoría de las fracturas condilares y se basa en la fijación interna con tornillos transcorticales (Bertone, 2011; Bassage, 2014; Butler *et al.*, 2017; Richardson and Ortved, 2019). Durante el tratamiento quirúrgico es importante tener un seguimiento radiológico o mediante fluoroscopia (Figura 155) para un posicionamiento preciso y además se debe realizar una evaluación artroscópica dorsal y palmar o plantar de la articulación para confirmar una reducción de la fractura y observar el posible daño del cartílago o daño asociado a la fractura (Bertone, 2011; Bassage, 2014; Richardson and Ortved, 2019).

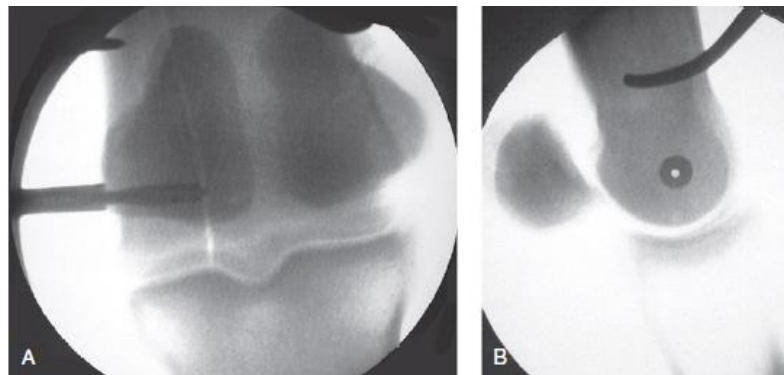


Figura 155. La imagenología intraoperatoria es esencial para la reparación de fracturas condilares, las imágenes siempre deben de realizarse en dos planos como en el caso de la fluoroscopia intraoperatoria. A) Toma dorsopalmar mediante fluoroscopia que muestra la longitud correcta de deslizamiento. B) Toma lateral tomada con el manguito de inserción en su lugar confirma que la orientación dorsopalmar del orificio es correcta (Tomada de Richardson and Ortved, 2019).

Tratamiento quirúrgico de fracturas condilares laterales.

El tratamiento quirúrgico de las fracturas condilares laterales implica la compresión de la fractura con tornillos de cortical colocados en forma de tracción en la fosa

epicondilar (Figura 156) (Schramme and Labens, 2013; Bassage, 2014; Richardson and Ortved, 2019). El tratamiento quirúrgico siempre es el indicado para las fracturas condilares laterales desplazadas (Bassage, 2014; Richardson and Ortved, 2019).

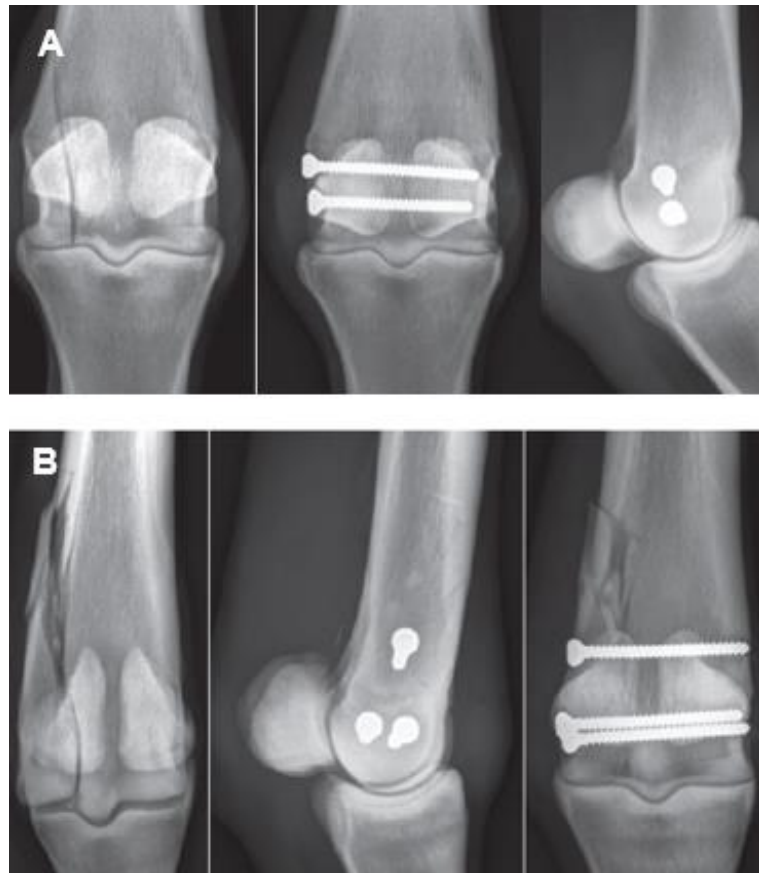


Figura 156. **A)** Las fracturas condilares laterales pueden repararse con dos tornillos de cortical colocados en forma de tracción, uno en la fosa epicondilar y otro cerca de la cicatriz fisiaria. **B)** Las fracturas condilares laterales desplazadas son menos estables y los tornillos están más sujetos a cargas de flexión, por lo que se colocan tornillos adicionales en el cóndilo distal para mejorar la estabilidad (Tomado de Richardson and Ortved, 2019).

Se ha informado sobre el porcentaje de caballos que corrieron después de la reparación de pie de fracturas condilares laterales (80%) y mediales (40%) y, bajo anestesia general en fracturas del cóndilo lateral (casi de un 40%) y del cóndilo medial (cerca del 70%) (Payne and Compston, 2012; Russell and Maclean, 2006). Las complicaciones reportadas de la reparación de fracturas de pie incluyen

propagación de fracturas, con fractura catastrófica y ruptura de brocas (Russell and Maclean, 2006). La cirugía ortopédica de pie no ha demostrado un aumento en las tasas de infección (Payne and Compston, 2012; Russell and Maclean, 2006; Richardson and Ortved, 2019).

Los caballos se recuperan de la anestesia con fijación externa rígida de media extremidad y se proporciona asistencia durante la recuperación; la fijación externa rígida se retira dentro de las 24 horas posteriores y se mantiene un vendaje firme y acolchado durante 2 a 3 semanas. Se continúa con descanso durante un mes, seguido de un programa de ejercicio controlado. Las radiografías de seguimiento se toman de 2 a 3 meses después de la cirugía (Bassage, 2014).

La extracción de tornillos no se recomienda habitualmente después de la reparación de fracturas condilares laterales. Sin embargo, se puede indicar retirarlos cuando el dolor se relaciona con el tornillo o cuando el tornillo distal se asocia con una irritación del ligamento colateral. La extracción se realiza entre los 3 y 4 meses posteriores a la cirugía y se hace con el caballo en estación bajo sedación y anestesia local, por último se indican dos meses adicionales de descanso y ejercicio controlado (Bassage, 2014).

Tratamiento quirúrgico de fracturas condilares mediales

Las fracturas condilares mediales "cortas" que se extienden proximalmente a la diáfisis distal se reparan de forma similar que las fracturas condilares laterales no desplazadas (Bassage, 2014).

Las fracturas condilares mediales que se extienden proximalmente en una configuración en espiral o en configuración en "y" se reparan mediante compresión interfragmentaria utilizando tornillos de cortical y la aplicación de una placa de compresión dinámica o una placa de compresión de bloqueo, es una alternativa para ayudar a minimizar el riesgo de una falla catastrófica (Figura 157) (Bassage and Richardson, 1998; Zekas *et al.*, 1999b; Smith *et al.*, 2009; Bassage, 2014; Richardson and Ortved, 2019). Dados los riesgos reconocidos de fractura catastrófica, algunos cirujanos optan por realizar una cirugía con el caballo de pie

bajo analgesia local (Russell and Maclean, 2006; Wright and Smith, 2009; Smith *et al.*, 2009; Bertone, 2011; Richardson and Ortved, 2019).

Los caballos con fracturas condilares mediales que no se hayan tratado con la colocación de una placa, de debe de aplicar fijación externa rígida en toda la extremidad para la recuperación de la anestesia y ésta debe ser asistida (Bassage, 2014).

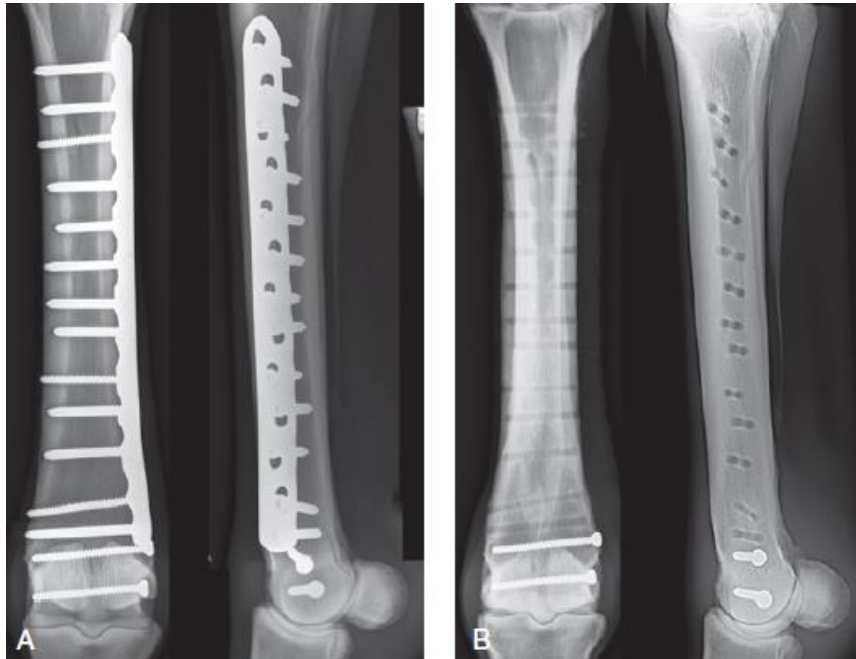


Figura 157. **A)** Fractura condilar medial reparada distalmente con tornillos corticales insertados en forma de tracción y una placa de bloqueo colocada dorsolateralmente, los tornillos restantes se colocaron a través de incisiones punzantes; **B)** La placa se retiró a los 90 días y los tornillos de tracción se dejan en los cóndilos (Tomado de Richardson and Ortved, 2019).

El cuidado postoperatorio y la restricción de ejercicio son similares a los de las fracturas condilares laterales con algunas excepciones. El caminar de mano no comienza hasta dos meses después de la operación (Bassage, 2014; Richardson and Ortved, 2019). Las placas deben retirarse en los caballos que se espera que regresen a las actividades deportivas. La extracción de las placas utilizadas para tratar las fracturas condilares mediales se realiza con el caballo de pie bajo sedación y analgesia local, se retiran aproximadamente 70 a 80 días posteriores a la cirugía (Figura 158) (Richardson and Ortved, 2019).

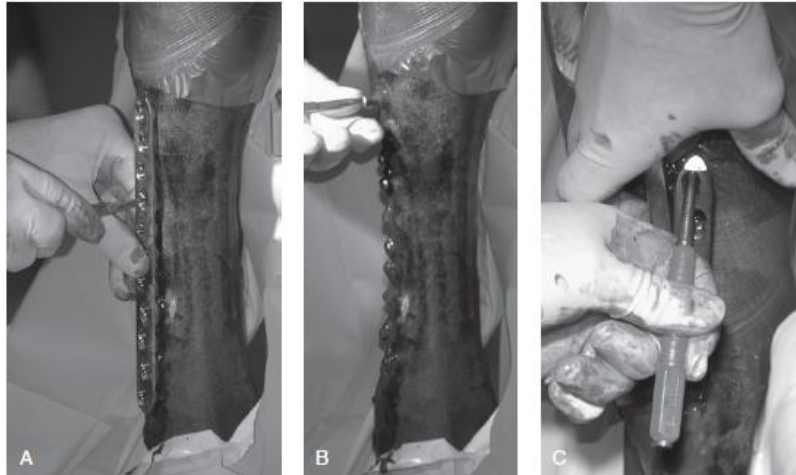


Figura 158. La extracción de la placa se realiza con el caballo de pie bajo sedación y analgesia local. **A)** Se aflojan las cabezas de los tornillos; **B)** Todos los tornillos se retiran parcialmente; **C)** Se afloja y se retira la placa (Tomado de Richardson and Ortved, 2019).

Pronóstico

El pronóstico depende de la configuración de la fractura y la presencia de una patología previa; además el desplazamiento, la conminución articular, el cóndilo involucrado influyen para que el al caballo vuelva a correr (Zekas *et al.*, 1999b).

El pronóstico para los caballos con fracturas condilares laterales no desplazadas es reservado, los estudios indican que el 61 al 86% de caballos pura sangre inglés con fracturas no desplazadas pueden regresar a las carreras con éxito después del tratamiento quirúrgico (Ellis, 1994; Bassage and Richardson, 1998; Zekas *et al.*, 1999b; Galuppo *et al.*, 2006; Richardson and Ortved, 2019). El pronóstico para los caballos con fracturas desplazadas es desfavorable, los estudios reportan que del 18 al 48% regresó exitosamente a las carreras luego de una reparación quirúrgica (Ellis, 1994; Bassage and Richardson, 1998; Zekas *et al.* 1999b; Bassage, 2014; Richardson and Ortved, 2019). La razón de lo anterior se atribuye a varios factores, como el grado de lesión articular y periarticular asociado con la lesión original o por errores durante la cirugía ya que las fracturas desplazadas pueden tener una deficiente reducción de la fractura y realineamiento del espacio articular (Bertone, 2011; Bassage, 2014; Richardson and Ortved, 2019). Las fracturas en miembros pélvicos tienen un mejor pronóstico comparando con las fracturas condilares en los

miembros torácicos (Bassage and Richardson, 1998; Bertone, 2011; Richardson and Ortved, 2019). En fracturas condilares laterales asociadas a una fractura axial del sesamoideo proximal lateral el pronóstico es desfavorable para las carreras (Bertone, 2011; Schramme and Labens, 2013; Bassage, 2014).

El pronóstico para fracturas condilares mediales es desfavorable, debido al riesgo de desarrollar una fractura catastrófica (Schramme and Labens, 2013; Bassage, 2014; Richardson and Ortved, 2019). El porcentaje de una fractura catastrófica es del 40% y el riesgo continúa incluso varias semanas después de la cirugía si no se utiliza la aplicación de placa suplementaria (Ellis, 1994; Bassage, 2014). Sin embargo, si no se desarrolla una fractura catastrófica el pronóstico para las carreras es reservado. Es importante señalar que el periodo de convalecencia para los caballos con fracturas condilares mediales tiende a ser más largo que para aquellos con fracturas condilares laterales y se ha relacionado a un período prolongado de ejercicio controlado asociado con la extracción de la placa (Bassage and Richardson, 1998; Zekas *et al.*, 1999b; Bassage, 2014). Se informó que solo el 40% de los caballos con fracturas condilares mediales reparadas mediante la fijación de una placa de compresión dinámica regresaron a correr (Goodrich *et al.*, 2014; Bassage, 2014; Richardson and Ortved, 2019). La claudicación crónica también se ha sugerido debido a la fibrosis del tendón extensor o adherencias asociadas con la placa (Goodrich *et al.*, 2014; Richardson and Ortved, 2019).

5.9 Fracturas fisiarias del tercer metacarpiano/metatarsiano

El término “fisis” se utiliza para describir la placa de crecimiento epifisario de los huesos largos, también se le conoce como placa de crecimiento o la placa de crecimiento metafisaria (Emberson *et al.*, 1986; Bertone, 2011; Levine and Aitken, 2017).

Durante el crecimiento rápido del animal inmaduro, la fisis proporciona un punto débil en el hueso donde pueden ocurrir fracturas. Las fracturas de fisis se han clasificado históricamente utilizando el sistema de clasificación “Salter Harris” (Tabla

9) (Embertson *et al.*, 1986; Watkins, 2006; Levine and Aitken, 2017; Tatarniuk *et al.*, 2020).

Las fuerzas de compresión y tracción pueden provocar una fractura en las fisis de crecimiento. La tracción afecta a los huesos en sitios de unión de tejidos blandos, por otro lado la compresión es la fuerza principal que afecta a las epífisis de los extremos articulares de los huesos largos, como es el caso del tercer hueso metacarpiano y metatarsiano (Watkins, 2006). Las fracturas de fisis de tracción son difíciles de clasificar de manera similar a las fracturas por presión porque la clasificación Salter Harris hace referencia a la relación articular del plano de fractura (Embertson *et al.*, 1986).

Etiopatogenia y epidemiología

Las fracturas que afectan la fisis distal del tercer hueso metacarpiano o metatarsiano, se atribuye que las placas de crecimiento distales del tercer metacarpiano y el tercer metatarsiano son responsables de la mayor parte del crecimiento porque la placa de crecimiento proximal se cierra antes del nacimiento (Klopfenstein *et al.*, 2016).

Las fracturas Salter Harris tipo II son las más comunes (Embertson *et al.*, 1986a; Embertson *et al.*, 1986b; Amaniti *et al.*, 2008; Bertone, 2011; Dyson, 2011; Schramme and Labens, 2013; Butler *et al.*, 2017; Klopfenstein *et al.*, 2016; Richardson and Ortved, 2019; Schneider and Sampson, 2020; Tatarniuk *et al.*, 2020). Embertson *et al.* (1986a) en su estudio sobre las fracturas tipo Salter Harris de la fisis distal metacarpiana y metatarsiana representó el 10% de todas las fracturas de fisis. Las fracturas de tipo II representaron todas menos una de estas fracturas.

El origen de las fracturas es por un traumatismo como al destetar a los potros lactantes o cuando las yeguas pisan a su potro (Figura 159) (Embertson *et al.*, 1986a; Watkins, 2006; Amaniti *et al.*, 2008; Bertone, 2011; Baxter, 2011; Klopfenstein *et al.*, 2016; Levine and Aitken, 2017, Tatarniuk *et al.*, 2020).

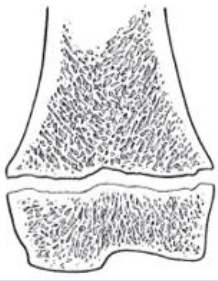
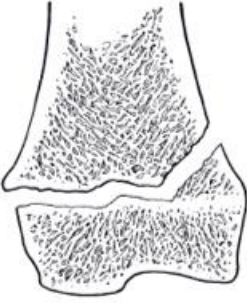
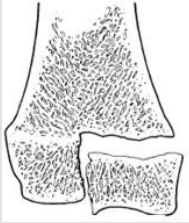
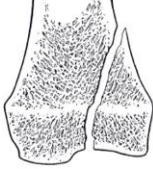
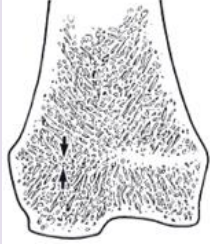
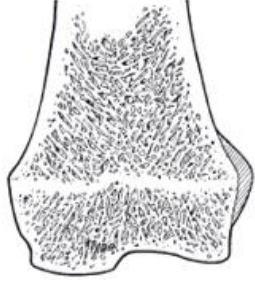
Sistema de Clasificación Salter Harris		
Tipo 1	<p>Fractura a través de la zona de células hipertrofiadas, sin afectación de la epífisis o metáfisis adyacentes.</p> <p>Ocurre por un traumatismo externo o ser patológica debido a una fisitis grave, esta configuración de fractura es común en la fisis femoral proximal, en la fisis radial proximal y en la fisis humeral proximal.</p>	
Tipo 2	<p>Es el tipo más común de lesión fisiaria en potros, la línea de fractura se extiende a lo largo de la fisis a una distancia variable y luego se rompe a través de la metáfisis y produce un fragmento de la metáfisis de forma triangular.</p> <p>Suele ser el resultado de fuerzas de cizallamiento y flexión. Es común en la fisis distal del tercer metacarpiano o metatarsiano y en la fisis tibial proximal.</p>	
Tipo 3	<p>Es intraarticular y se extiende desde la superficie articular, a través de la epífisis, hacia la zona de la placa de crecimiento y su periferia.</p> <p>No es común y puede ser causa de una fuerza de cizallamiento intraarticular o es secundario a fisitis infecciosa.</p>	
Tipo 4	<p>Es intraarticular y se extiende desde la superficie articular a través de la epífisis, a lo largo del espesor de la placa epifisaria y de una parte de la metáfisis.</p> <p>Poco común en potros.</p>	
Tipo 5	<p>Fractura por aplastamiento o compresión de la placa de crecimiento con poco o sin desplazamiento. No es común, se puede asociar con la fisis distal del tercer metacarpiano o metatarsiano en casos de deformidad en varo grave del menudillo o de la fisis radial distal con valgo carpiano grave.</p>	
Tipo 6	<p>Se desarrolla un puente perióstico entre la metáfisis y la epífisis. El hueso nuevo restringe el crecimiento en el lado afectado de la fisis y tiene el mismo efecto que una grapa transfisaria o tornillos y alambre.</p> <p>Ocurre debido a un trauma excesivo durante la colocación o extracción de grapas o tornillos y alambre, o ser secundario a una periostitis infecciosa local, o por un traumatismo externo.</p>	

Tabla 9. Sistema de clasificación Salter Harris

En caballos de tiro las articulaciones grandes de un potro de tiro elevan el eje del tercer metacarpiano y metatarsiano como la barra de una pesa y si una yegua pisa la pierna de su potro la fuerza de flexión en la extremidad puede hacer que la fisis se fracture y permita que el eje se doble hacia el suelo (Embertson *et al.*, 1986a).

Embertson *et al.* (1986a) en su estudio las razas de tiro representaban solo el 10% total de la población, y el 57% las fracturas de fisis del tercer metacarpiano y metatarsiano ocurrió en este tipo de caballos.



Figura 159. Radiografía dorsoplantar de la región distal metatarsiana de un potro en destete con fractura de fisis distal de tipo II según la clasificación Salter Harris (Tomada de Baxter, 2011).

Diagnóstico

En fracturas fisiarias del tercer hueso metacarpiano/metatarsiano el traumatismo generalmente no es visible ya que estas fracturas no involucran la diáfisis (Levine and Aitken, 2017), sin embargo, puede presentar una herida (Klopfenstein *et al.*, 2016).

Se puede observar aumento de volumen en la parte distal de la región metacarpiana o metatarsiana e incluso en la articulación del menudillo, aumento de volumen de los tejidos blandos y aumento de temperatura, a la palpación el caballo presenta

dolor (Watkins, 2006; Klopfenstein *et al.*, 2016). Los diagnósticos diferenciales de dolor localizado en la fisis acompañado de inflamación y claudicación deben incluir fisisis séptica, traumatismo directo a la fisis y, ocasionalmente, displasia fiseal severa (Watkins, 2006).

La claudicación es de moderada a severa y a menudo la claudicación puede empeorar (Watkins, 2006; Klopfenstein *et al.*, 2016). La evaluación radiográfica es esencial para poder observar la fractura y sus características (Klopfenstein *et al.*, 2016).

Tratamiento

El tratamiento para una fractura de la fisis distal del tercer hueso metacarpiano o metatarsiano puede ser médico o quirúrgico. Es indicado el descanso, un programa de ejercicio controlado y terapia antiinflamatoria (Klopfenstein *et al.*, 2016).

Tratamiento médico

El tratamiento médico consta de fijación externa rígida o un vendaje rígido de media extremidad, este tratamiento es indicado para fracturas mínimamente desplazadas y en potros menores de 2 meses. Esto se puede mantener durante 2 a 3 semanas, seguido de un vendaje durante 2 a 3 semanas adicionales (Dyson, 2011; Baxter, 2011; Klopfenstein *et al.*, 2016; Levine and Aitken, 2017; Richardson and Ortved, 2019).

Tratamiento quirúrgico

El tratamiento quirúrgico de potros mayores de dos meses o aquellos con desplazamiento de la fractura deben abordarse con fijación interna (Klopfenstein *et al.*, 2016; Levine and Aitken, 2017; Butler *et al.*, 2017; Richardson and Ortved, 2019). El tratamiento quirúrgico es mediante la fijación de un tornillo en forma de tracción a través del fragmento metafisario (Watkins, 2006; Levine and Aitken, 2017; Richardson and Ortved, 2019; Schneider and Sampson, 2020). El tratamiento quirúrgico generalmente se combina con fijación externa rígida durante las primeras semanas después de la reparación. También se puede indicar la fijación con placas,

pero generalmente no son necesarias para lograr la reparación (Figura 160) (Klopfenstein *et al.*, 2016; Levine and Aitken, 2017; Richardson and Ortved, 2019).

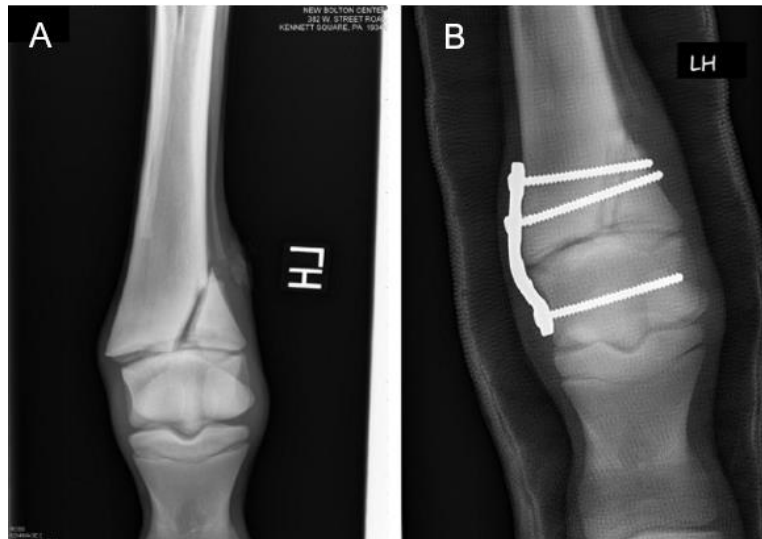


Figura 160. A) Radiografía preoperatoria y B) Postoperatoria de una fractura Salter Harris tipo II de la fisis distal del tercer metatarso reparada con una placa de compresión dinámica de contacto óseo limitado (Tomado de Levine and Aitken, 2017).

Independientemente de la técnica utilizada para tratar la fractura, el regreso del potro al ejercicio se gradúa cuidadosamente durante varias semanas, mientras que los tejidos ligamentosos y musculotendinosos recuperan fuerza (Richardson and Ortved, 2019).

El momento para la extracción del implante depende de la edad del potro. Si el potro es un neonato con un crecimiento potencial restante significativo, los implantes deben retirarse lo antes posible para minimizar el riesgo de un hueso acortado, la extracción se debe realizar a las 3 o 4 semanas. En un potro más grande con un crecimiento insignificante restante, los implantes se pueden quitar a los 2 o 3 meses (Klopfenstein *et al.*, 2016; Richardson and Ortved, 2019).

Pronóstico

El pronóstico para fracturas de la fisis distal del tercer metacarpiano o metatarsiano es favorable (Embertson, 1986b; Schramme and Labens, 2013; Levine and Aitken, 2017), aunque para otros autores es reservado (Amaniti *et al.*, 2008).

El pronóstico puede verse afectado por posibles complicaciones como pueden ser el cierre prematuro de la fisis, el desarrollo de deformidades de los miembros, miembros acortados y osteomielitis. Klopfenstein *et al.* (2016) es su estudio reportó potros que presentaron exostosis óseas que provocaron claudicación, y a la evaluación radiográfica se observó la deformación de los huesos sesamoideos proximales del miembro afectado. Por otro lado Embertson *et al.* (1986b) reportó la ruptura del ligamento suspensor del miembro contralateral de la fractura.

La edad es un factor importante para el pronóstico, ya que los potros más jóvenes menores de 4.5 meses tienen un mejor pronóstico que los potros mayores a esta edad, lo anterior se atribuye al menor peso de los potros más jóvenes (Embertson, 1986b).

También se ha visto que las fracturas metatarsianas tienen un mejor pronóstico que las fracturas metacarpianas; sin embargo, la mayoría de las fracturas metatarsianas se repararon quirúrgicamente, mientras que las fracturas metacarpianas se trataron medicamente por lo que no se puede hacer una comparación directa (Embertson *et al.*, 1986a; Embertson *et al.*, 1986b).

Tanto el tratamiento médico como el quirúrgico pueden lograr resultados aceptables si se eligen para las fracturas correctas. Amaniti *et al.* (2008) reportó un caso de un potro mayor con una fractura desplazada que se reparó de manera conservadora con éxito (Amaniti *et al.*, 2008).

5.10 Splints

Se conocen en inglés como “splints bones” al segundo y cuarto huesos metacarpianos y metatarsianos sanos, pero también reciben el nombre de “splints” las lesiones que los involucran que son: la osteoperiostitis debido a la desmitis del ligamento interóseo, las exostosis como resultado de un traumatismo externo y a la reparación de una fractura transversal o longitudinal en estos huesos (Bertone, 2011). Los huesos metacarpianos/metatarsianos segundo y cuarto están unidos íntimamente al tercer hueso metacarpiano/metatarsiano por un ligamento interóseo,

esté ligamento puede inflamarse por las tensiones aplicadas durante el movimiento independiente de los huesos metacarpianos/metatarsianos y el resultado es una exostosis de los pequeños metacarpianos/metatarsianos, sin embargo, la terminología utilizada para identificar esta condición es variable (Tabla 10).

Autor	Terminología
<p>MacDonald, Kannegieter Peroni and Merfy (2006)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Splint verdadero: desmitis del ligamento interóseo, en el aspecto axial de los pequeños metacarpianos/metatarsianos, se centra sobre el espacio entre el pequeño hueso y el tercer hueso metacarpiano/metatarsiano. • Splint falso: desmitis del ligamento interóseo que afecta el aspecto abaxial de los pequeños metacarpianos/metatarsianos. • Splint ciego: desmitis del ligamento interóseo que afecta la superficie axial de los pequeños metacarpianos/metatarsianos y que es difícil de detectar en el examen físico.
<p>Bertone (2011) Ortved and Bertone (2020)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Splint verdadero: desmitis del ligamento interóseo y afecta en el lado medial entre la unión de los huesos metacarpianos. • Splint ciego: desmitis del ligamento interóseo que es difícil de detectar en el examen físico porque la inflamación afecta entre el pequeño hueso metacarpiano/metatarsiano y el LSM. • Splint de rodilla: aumento de volumen de la porción proximal del hueso rudimentario que puede producir osteoartritis dentro de la articulación carpometacarpiana.
<p>Dyson (2011) Butler et al., (2017)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Exostosis en los pequeños metacarpianos/metatarsianos: osteoperiostitis que no involucra el espacio interóseo entre el segundo o cuarto metacarpiano/metatarsiano y el tercer metacarpiano/metatarsiano. • Sindesmopatía entre los pequeños y el tercero metacarpiano/metatarsiano: la inflamación del ligamento interóseo y osteoperiostitis.
<p>Schramme and Labens (2013)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Splint intermetacarpiano/intermetatarsiano: es una exostosis entre el tercer metacarpiano/metatarsiano y un pequeño metacarpiano/metatarsiano. • Splint posmetacarpiana/metatarsiana: es una exostosis en la superficie palmar/plantar o axial de un pequeño metacarpiano/metatarsiano. • Splint ciego: es una exostosis en la superficie axial de un pequeño metacarpiano/metatarsiano que es relativamente indetectable para inspección o palpación.

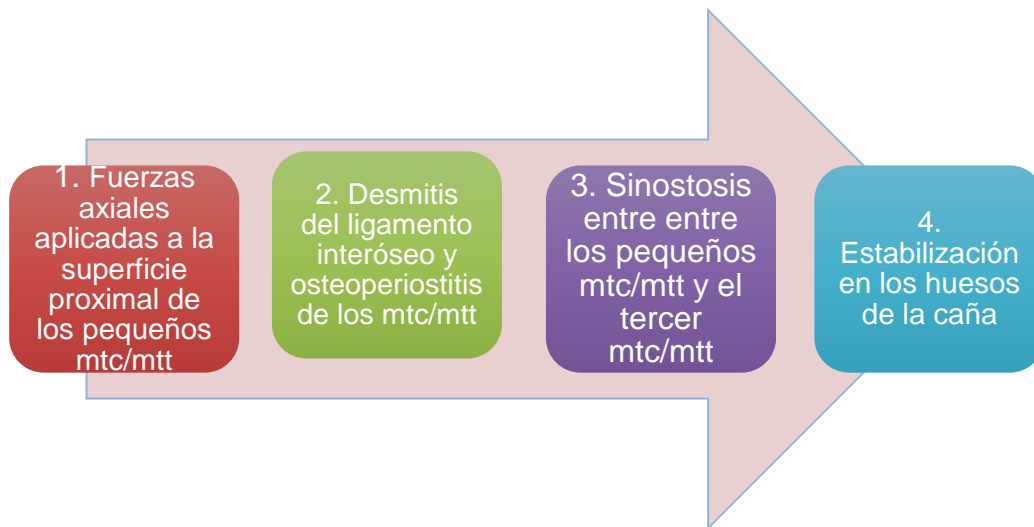
Bassage (2014)	<ul style="list-style-type: none"> • Periostitis proliferativa de los pequeños huesos metacarpianos/metatarsianos y desmitis interósea
-----------------------	--

Tabla 10. La tabla muestra la terminología que utilizan diferentes autores para describir a los "Splints" (Fuente: propia).

5.11 Exostosis de los pequeños metacarpianos

Etiopatogenia y epidemiología

Una de las causas de la exostosis es debido a una desmitis del ligamento interóseo, que se puede inflamarse como resultado de la carga diferencial de los pequeños huesos metacarpianos/metatarsianos en sus articulaciones con la fila distal de los huesos del carpo y del tarso, lo que resulta en una tensión anormal en las fibras del ligamento interóseo en sus uniones con el segundo y cuarto hueso metacarpiano/metatarsiano (McKibbin and Paraschak, 1985; Zubrod *et al.*, 2004; MacDonald *et al.*, 2006; Bendrey, 2007; Bertone, 2011; Bassage, 2014; Jackson and Auer, 2019). Posterior a la desmitis del ligamento interóseo comienza una osteoperiostitis y se produce hueso de neoformación para formarse una sinostosis (Cuadro 3) (Bertone, 2011). La sinostosis entre los pequeños metacarpianos/metatarsianos y el tercer metacarpiano/metatarsiano también se le denomina fusión metacarpiana o metatarsiana, esta fusión da como resultado la estabilización y resistencia a más tensión y generalmente ya no causa problemas clínicos (Les *et al.*, 1995; Bramlage *et al.*, 1997; Schramme and Labens, 2013; Bassage, 2014; Jackson and Auer, 2019). La fusión metacarpiana tiene una prevalencia estimada de más del 95%, el 78% de caballos mayores de dos años poseen dos o más sitios de fusión (Les *et al.*, 1995). Además este proceso no siempre se asocia con una reacción inflamatoria, de hecho, puede ser un proceso de adaptación normal a medida que el esqueleto madura (MacDonald *et al.*, 2006; Bertone, 2011; Bassage, 2014; Dyson and Biggi, 2018). Bendrey (2007) propone un sistema de puntuación según la osificación del ligamento interóseo entre los bordes de los huesos metacarpianos/metatarsianos en caballos Przewalski.



Cuadro 3. Fisiopatología de los Splints; mtc: metacarpiano y mtt: metatarsiano (Fuente: propia).

Las exostosis que resultan por un traumatismo externo pueden afectar caballos de cualquier edad, pero se observa con frecuencia en el cuarto metatarsiano como resultado de una patada o contacto con algún objeto (MacDonald *et al.*, 2006; Bertone, 2011; Ross; 2011; Bassage, 2014). Los caballos con conformación estrecha pueden causar interferencia entre los miembros y el resultado es un traumatismo al pequeño metacarpiano/metatarsiano con el miembro opuesto (Zubrod *et al.*, 2004; Bertone, 2011; Bassage, 2014).

Los factores de riesgo para el desarrollo de las exostosis de los pequeños metacarpianos/metatarsianos pueden ser: conformación abierta de rodillas ya que exagera las fuerzas aplicadas en los pequeños metacarpianos y el ligamento interóseo (MacDonald *et al.*, 2006; Bertone, 2011; Dyson, 2011; Schramme and Labens, 2013; Bassage, 2014; Owen *et al.*, 2019), además de deformidades como un carpo varo (Jackson and Auer, 2019), el recorte y herrado incorrecto pueden alterar el vuelo del pie lo suficiente para que el caballo se pueda alcanzar (Bertone, 2011).

En caballos jóvenes durante el entrenamiento se ve más afectado el segundo metacarpiano, seguido del segundo metatarsiano, no obstante, el cuarto metacarpiano y metatarsiano también se ven afectados. En caballos de carreras de

todas las razas son muy comunes en especial entre los 2 a 4 años (MacDonald *et al.*, 2006; Bertone, 2011; Nagy and Dyson, 2011; Bassage, 2014; Jackson and Auer, 2019). En caballos que no son de carreras, las exostosis pueden aparecer a cualquier edad, pero son más comunes en caballos de 3 a 10 años. También se pueden desarrollar en caballos menores de un año por un crecimiento rápido; la nutrición desequilibrada o la sobrenutrición ha sido citada como un factor de riesgo asociado (Bertone, 2011; Bassage, 2014). Los desequilibrios y las deficiencias en calcio y fósforo se han asociado con una mayor incidencia de splints (Bertone, 2011).

Las exostosis de los huesos metatarsianos son menos frecuentes que en los huesos metacarpianos (Ross, 2011).

Por último, estas exostosis pueden provocar desmitis del LSM por irritación mecánica (Zubrod *et al.*, 2004).

Diagnóstico

Signos clínicos

Algunas exostosis se desarrollan sin dolor y sin claudicación asociada (MacDonald *et al.*, 2006; Bertone, 2011; Dyson, 2011; Butler *et al.*, 2017; Jackson and Auer, 2019; Owen *et al.*, 2019). Los signos clínicos especialmente en la fase aguda incluyen inflamación focal a lo largo del hueso afectado, edema sobre los tejidos blandos, aumento de temperatura y dolor a la palpación (Figura 161A) (MacDonald *et al.*, 2006; Bertone, 2011; Dyson, 2011; Schramme and Labens, 2013; Bassage, 2014). Si la exostosis se ubica axialmente se palpan más fácilmente con la extremidad sostenida en flexión mientras se pasan los dedos a lo largo de los huesos metacarpianos/metatarsianos (Dyson, 2011; Bassage, 2014). Puede sentirse un solo aumento de volumen o varios que afecten al mismo hueso (Bassage, 2014). Las laceraciones pueden estar presentes sobre la lesión cuando la causa es un traumatismo externo (Bassage, 2014). Las exostosis crónicas o aquellas que ya no son obvias clínicamente pueden ya no ser sensibles a la

palpación, pero algunos caballos reaccionan a la presión firme y esto puede dar una respuesta falsa positiva (Schramme and Labens, 2013; Bassage, 2014).

La claudicación puede estar presente e ir de 1-3/5 (AAEP). La mayoría de los caballos que presentan claudicación durante el ejercicio, se exacerba cuando el hueso afectado va en el interior del círculo y empeora al piso duro (Bertone, 2011; Dyson, 2011; Ross, 2011; Schramme and Labens, 2013; Bassage, 2014; Jackson and Auer, 2019).

Analgesia diagnóstica

Un bloqueo volar alto reducirá la claudicación, pero es un bloqueo inespecífico. La analgesia de los nervios medial o lateral proporciona una mayor especificidad. La infiltración local de anestésico directamente sobre la lesión también es un método alternativo para localizar el sitio del dolor. La infiltración local puede ser menos efectiva si un componente sustancial del dolor está relacionado con la inflamación del ligamento interóseo o con el LSM (Zubrod *et al.*, 2004; Ross, 2011; Bassage, 2014; Jackson and Auer, 2019).

Imagenología

La evaluación radiográfica constará de las cuatro tomas básicas, pero la mayoría de la información se obtiene de las tomas oblicuas en varios ángulos, es fundamental para documentar el tamaño y la actividad de la exostosis (Figura 161B y 161C) (MacDonald *et al.*, 2006; Bertone, 2011; Bassage, 2014; Jackson and Auer, 2019; Owen *et al.*, 2019). Los hallazgos incluyen cambios osteolíticos sutiles a lo largo de la cara axial del hueso, así como también cambios proliferativos y líticos en los huesos metacarpianos/metatarsianos, (Bassage, 2014; Owen *et al.*, 2019), disminución del espacio entre los huesos metacarpianos/metatarsianos a lo largo de la longitud de los huesos, osificación entre los huesos, el espacio se observa más radiopaco, alteración de la arquitectura cortical (Figura 162 y Figura 165A), formación de hueso nuevo con apariencia irregular entre los aspectos dorsales de los metacarpianos (Coudry *et al.*, 2008; Nagy and Dyson, 2011; Dyson and Biggi, 2018). Las exostosis que resultan de un traumatismo externo tienen más

probabilidades de tener una reacción perióstica exuberante e irregular. En la etapa aguda puede que no se observen hallazgos radiográficos (Bassage, 2014).

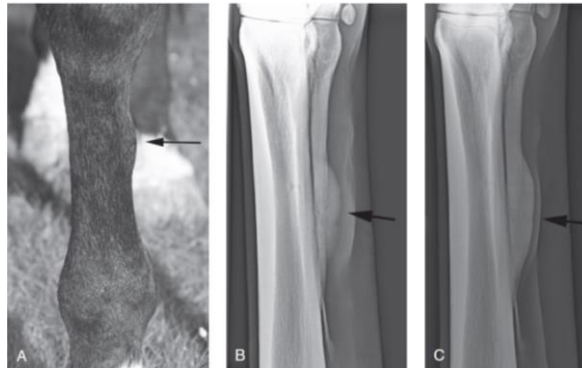


Figura 161. **A)** La flecha señala la exostosis entre el segundo y tercer huesos metacarpianos, aproximadamente 6 a 7cm de la articulación carpometacarpiana. **B)** Toma oblicua la flecha señala la exostosis. La exostosis se trató con infiltración local de corticosteroides. **C)** Ocho semanas posteriores del tratamiento, la flecha señala la exostosis que tiene los bordes redondeados (Tomado de Jackson and Auer, 2019).

La gammagrafía es muy sensible para detectar el aumento de la remodelación ósea en el sitio de la osteoperiostitis (Figura 163), el hallazgo será un aumento anormal focalizado de la captación radiofarmacéutica, y puede ir de leve a intensa (MacDonald *et al.*, 2006; Bertone, 2011; Dyson, 2011; Bassage, 2014; Jackson and Auer, 2019).

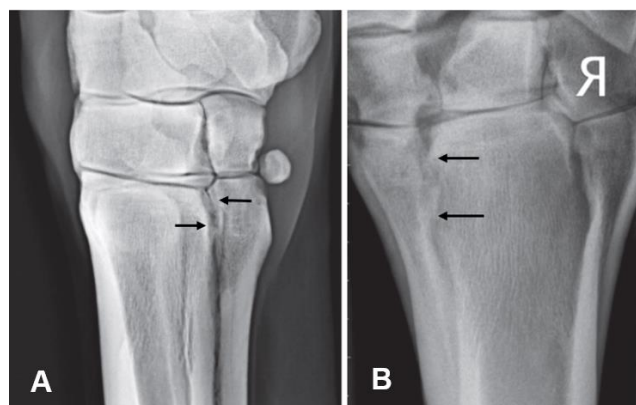


Figura 162. **A)** Toma dorsomedial palmarolateral oblicua de la región metacarpiana proximal, la flecha señala una disminución del espacio entre los huesos metacarpianos segundo y tercero. **B)** Toma dorsopalmar de la región metacarpiana proximal las flechas señalan la osificación entre el segundo y el tercer hueso metacarpiano correspondiente con la osificación metacarpiana (Modificado de Dyson and Biggi, 2018).

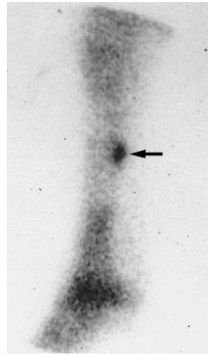


Figura 163. Gammagrafía lateral del miembro izquierdo, la flecha señala un aumento anormal focalizado de la captación radiofarmacéutica, correspondiente a una periostitis proliferativa activa que afecta al cuarto hueso metacarpiano (Tomado de Bassage, 2014).

La evaluación al ultrasonido puede mostrar remodelación ósea y es importante para evaluar una lesión concomitante o secundaria del LSM o en casos donde la exostosis puede causar adherencias del LSM (Figura 164) (MacDonald *et al.*, 2006; Coudry *et al.*, 2008; Bertone, 2011; Dyson, 2011; Bassage, 2014; Jackson and Auer, 2019; Owen *et al.*, 2019).

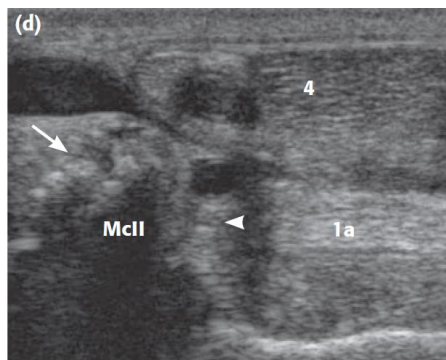


Figura 164. Ultrasonido transversal del área metacarpiana proximal con el miembro en flexión; la punta de flecha señala un enteseofito, la flecha blanca muestra remodelación ósea en unión del segundo y tercer hueso metacarpiano; 1a: lóbulo medial del LSM; 4: tendón flexor digital superficial y McII: segundo hueso metacarpiano (Tomado de Coudry *et al.*, 2008).

La tomografía computarizada (Figura 165) y resonancia magnética (Figura 166) generalmente no son necesarias, pero en algunos casos, estas pueden detectar cambios patológicos que de otro modo serían difíciles de identificar con radiografía y al ultrasonido (Coudry *et al.*, 2008; Owen *et al.*, 2019). La resonancia magnética

puede utilizarse para identificar adherencias entre el LSM y las exostosis metacarpianas o metatarsianas (Zubrod *et al.*, 2004; Jackson and Auer, 2019).

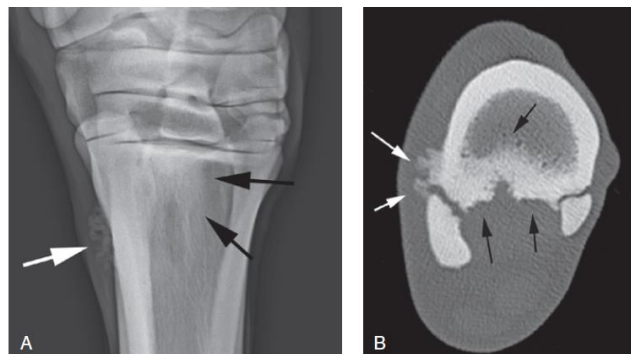


Figura 165. **A)** Toma radiográfica dorsoplantar, la flecha blanca señala el hueso de neoformación en la superficie lateral del cuarto metatarsiano, las flechas negras señalan la esclerosis en el tercer metatarsiano. **B)** Tomografía computarizada transversal de la región metatarsiana proximal, las flechas blancas señalan las reacciones periósticas y las flechas negras señalan la esclerosis en el aspecto plantar del tercer hueso metatarsiano (Tomado de Jackson and Auer, 2019).

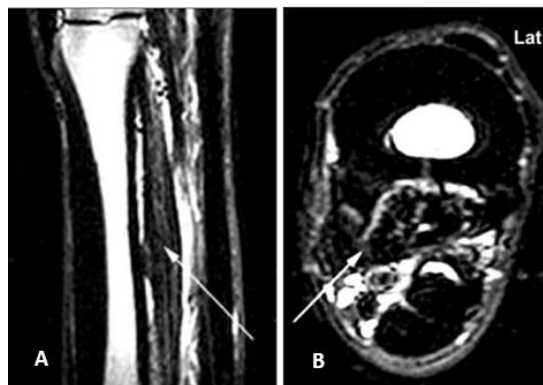


Figura 166. **A)** Resonancia magnética longitudinal, la flecha señala el engrosamiento del cuerpo del LSM en el área de la exostosis. **B)** Resonancia magnética transversal la flecha señala la pérdida del espacio que hay entre el LSM y el segundo hueso metacarpiano, esta área posee una señal de baja intensidad anormal que representa una adhesión fibrosa (Tomado de Zubrod *et al.*, 2004).

Tratamiento

Tratamiento médico

El tratamiento médico incluye descanso y ejercicio controlado por un período de 2 a 6 semanas (MacDonald *et al.*, 2006; Bertone, 2011; Dyson, 2011; Schramme and Labens, 2013; Bassage, 2014; Butler *et al.*, 2017; Jackson and Auer, 2019); la

terapia antiinflamatoria puede incluir AINEs sistémicos y/o tópicos, como diclofenaco en gel, y el golpe de agua también es beneficioso para reducir la inflamación (MacDonald *et al.*, 2006; Bertone; 2011; Ross, 2011; Schramme and Labens, 2013; Bassage, 2014). La infiltración local de corticosteroides o ácido hialurónico también puede ser altamente beneficiosa, particularmente con respecto a la disminución de la respuesta proliferativa fibrosa y ósea (MacDonald *et al.*, 2006; Dyson, 2011; Bassage, 2014). Al usar corticosteroides es importante que no sean de depósito, como la metilprednisolona, ya que la exostosis puede empeorar. También se reporta la aplicación tópica de DMSO, solo o en combinación con un corticosteroide que no sea de depósito (McKibbin and Paraschak, 1985; Dyson, 2011; Jackson and Auer, 2019; MacDonald *et al.*, 2006), e incluso con nitrofurazona (Bertone, 2011). En las exostosis por trauma directo por la extremidad contralateral, se indica colocar botas protectoras o vendas de trabajo durante el ejercicio (MacDonald *et al.*, 2006; Dyson, 2011). El uso de puntos de fuego tiene popularidad considerable como terapia para los splints, pero la evidencia de su eficacia sigue siendo anecdótica (McKibbin and Paraschak, 1985; MacDonald *et al.*, 2006; Dyson, 2011). La crioterapia también ha reportado en el tratamiento para los splints, McKibbin and Paraschak (1985) reportaron que el 86.7% de los caballos Trotones que recibieron criocirugía regresaron a correr con tiempos similares o mejores. Otros tratamientos incluyen terapia de ondas de choque, colocación de hielo, acupuntura y masajes (Bertone, 2011). Si las miembros del caballo interfieren uno con otro debido a un recorte y herraje incorrecto, se deben corregir (Bertone, 2011).

Tratamiento quirúrgico

Este tratamiento se indica en los casos refractarios asociados con claudicación crónica o recurrente, casos con exostosis exuberantes y sospecha de desmitis del LSM y aquellos con osteítis asociada con una herida abierta. Aunque la cirugía también se realiza ocasionalmente para mejorar la apariencia estética de los caballos (Bramlage *et al.*, 1997; Zubrod *et al.*, 2004; MacDonald *et al.*, 2006; Bertone, 2011; Dyson, 2011; Schramme and Labens, 2013; Bassage, 2014; Jackson and Auer, 2019). La cirugía implica una ostectomía parcial del pequeño

hueso metacarpiano/metatarsiano (Figura 167) o un desbridamiento quirúrgico de la exostosis con preservación del hueso, sin embargo, la cirugía puede influir en el riesgo de reformación de hueso nuevo perióstico (Bassage, 2014).

Pronóstico

El pronóstico para la mayoría de los casos que presentan exostosis generalmente es de favorable a reservado. El pronóstico es favorable para las exostosis que se desarrollan en caballos jóvenes en entrenamiento temprano. La mayoría de los caballos se recuperarán y su potencial atlético no se verá afectado. En caballos viejos la recuperación puede ser tardada y tienen más probabilidades de volverse crónicos y recurrentes o desarrollar claudicación crónica (Bassage, 2014; Jackson and Auer, 2019).



Figura 167. **A)** Toma radiográfica dorsomedial palmarolateral oblicua intraoperatoria de la región metacarpiana posterior a la ostectomía de la porción distal del segundo hueso metacarpiano (flecha) en un caballo con una lesión de periostitis proliferativa crónica (Tomado de Bassage, 2014). **B)** Toma radiográfica dorsomedial palmarolateral oblicua postoperatoria, la flecha señala el sitio de la amputación del hueso metacarpiano, las áreas radiopacas corresponden a las grapas de acero inoxidable en la incisión de la piel (Tomado de Owen *et al.*, 2019).

El pronóstico es reservado en los caballos donde la exostosis es grande y llega a la articulación carpometacarpiana, lo que puede causar osteoartritis de esta articulación (Bertone, 2011). Si la exostosis se desarrolla axialmente e involucra el LSM puede causar desmitis, por lo que también el pronóstico es reservado (MacDonald *et al.*, 2006; Bertone, 2011; Bassage, 2014; Butler *et al.*, 2017).

El pronóstico para el regreso al ejercicio después de la ostectomía parcial es favorable a reservado, debido a la recurrencia de las exostosis por lo que la eliminación cuidadosa del periostio asociado parece minimizar esta complicación (Bassage, 2014; Jackson and Auer, 2019). Bramlage *et al.* (1997) reportaron que después del tratamiento quirúrgico el 57% de caballos pura sangre inglés pudieron regresar a correr.

5.12 Fracturas de los pequeños metacarpianos y metatarsianos

Estos huesos se pueden fracturar en cualquier lugar a lo largo de su longitud, en su porción proximal, media y distal (Figura 168), pero se localizan con mayor frecuencia en el tercio distal (Bowman and Fackelman, 1982; Preez, 1994; Jenson *et al.*, 2004; MacDonald *et al.*, 2006; Bertone, 2011; Schramme and Labens, 2013; Jackson and Auer, 2019). En la mayoría de los casos, las fracturas ubicadas en el tercio distal son fracturas simples. En contraste con las fracturas de la porción media y proximal, que a menudo se complican por conminución, osteítis, osteomielitis y secuestro óseo (Preez, 1994; Jenson *et al.*, 2004; Bertone, 2011; Jackson and Auer, 2019).

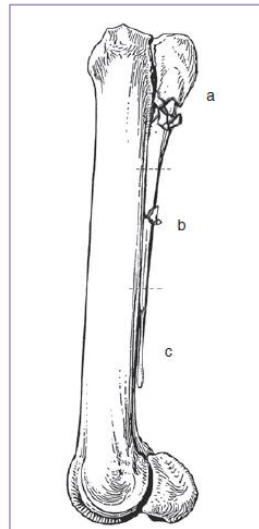


Figura 168. Clasificación de las fracturas que afectan al segundo y cuarto hueso metacarpiano/metatarsiano, estos huesos se dividen en tres partes: tercio proximal (a), tercio medio o cuerpo (b) y tercio distal (c) (Tomado de Jackson and Auer, 2019).

5.13 Fracturas del tercio proximal de los pequeños metacarpianos y metatarsianos

Etiopatogenia y epidemiología

Las fracturas en el tercio proximal pueden ser el resultado de un traumatismo externo cerrado, o por tensiones torsionales internas durante el ejercicio y, en algunos casos, pueden ser fracturas por avulsión (Prezz, 1994; Bertone, 2011; Bassage, 2014). Además pueden suceder por una patada o golpe de un objeto, cuando el miembro se queda atrapado en un comedero, puerta o cerca (Allen and White, 1987; Peterson *et al.*, 1987; Baxter *et al.*, 1992; Preez, 1994; Sherlock and Archer, 2008; Schramme and Labens, 2013; Bassage, 2014; Nixon and Fortier, 2020), e incluso por interferencia del miembro opuesto en caballos deportivos (Verschooten *et al.*, 1984; Bertone, 2011; Bassage, 2014).

El cuarto hueso metatarsiano es el más afectado (Bowman and Fackelman, 1982; Sherlock and Archer, 2008; Jackson and Auer, 2019).

Bassage (2014) reporta que las fracturas oblicuas de la porción proximal del segundo metacarpiano son fracturas que resultan de fuerzas torsionales o por avulsión que ocurren durante la hiperextensión del carpo, ya que además del ligamento colateral medial del carpo, los músculos flexores radiales del carpo y el extensor oblicuo del carpo se insertan en la superficie proximal del segundo hueso metacarpiano.

Diagnóstico

Signos clínicos

Los signos clínicos incluyen inflamación, dolor a la palpación en el sitio de la fractura, aumento de volumen, de temperatura y puede presentar una laceración (Figura 169A) (Bertone, 2011; Schramme and Labens, 2013; Jackson and Auer, 2019; Bassage, 2014). Jackson *et al.* (2007) reportaron que el 66% de las fracturas en el tercio proximal de los pequeños metacarpianos y metatarsianos fueron fracturas abiertas.

La claudicación de las fracturas proximales de los pequeños metacarpianos y metatarsianos es de inicio agudo, de moderada a severa y generalmente persiste a pesar del reposo, se exagera con el miembro afectado al interior del círculo. La mayoría de caballos con este tipo de fracturas no pueden continuar con el trabajo. La claudicación en casos crónicos es variable (Jackson *et al.*, 2007; Bassage, 2014). La flexión del carpo o del tarso puede ser positiva en caballos con fracturas proximales en los pequeños metacarpianos/metatarsianos (Bassage, 2014).

Analgesia diagnóstica

La analgesia diagnóstica es útil en caballos con fracturas crónicas que involucran el aspecto proximal. Un bloqueo volar alto puede mejorar la claudicación, con la excepción de aquellos que involucran el aspecto articular, en los cuales la respuesta es variable, en estos casos, la analgesia intraarticular carpometacarpiana a través de la articulación intercarpiana en miembros torácicos y la analgesia de la articulación tarsometatarsiana en miembros pélvicos será positiva (Bassage, 2014; Jackson and Auer, 2019).

Imagenología

Las radiografías muestran la configuración y la extensión de la fractura, y deben incluir múltiples proyecciones oblicuas (Figura 169B y 170) para definir los planos de fractura y se debe de incluir las articulaciones del carpo y del tarso (Bertone, 2011; Bassage, 2014; Jackson and Auer, 2019; Nixon and Fortier, 2020). Si la fractura es crónica o está asociada con una herida abierta, las radiografías deben ser evaluadas cuidadosamente para descartar una osteítis infecciosa (Figura 169B) (Dyson, 2011). En las tomas radiográficas se puede observar conminución, secuestro óseo y hueso de neoformación (Figura 171) (Jackson *et al.*, 2007).

La tomografía computarizada es de gran utilidad para las fracturas de la porción proximal de los pequeños huesos metacarpianos y metatarsianos ya que suelen ser complejas en cuanto a su configuración (Nixon and Fortier, 2020). La tomografía computarizada también es útil en fracturas crónicas o en complicaciones de las fracturas del tercio proximal como puede ser osteomielitis, secuestro óseo o la

afectación del tercer hueso metacarpiano o metatarsiano (Figura 170C) (Jackson and Auer, 2019).

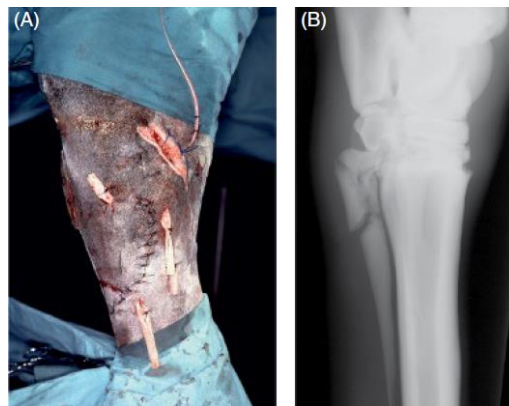


Figura 169. **A)** Fotografía que muestra las heridas en la cara lateral del corvejón y la parte proximal de la caña, debido a un atrapamiento del miembro pélvico en un comedero, lo que provocó una fractura proximal abierta articular del cuarto hueso metatarsiano y artritis séptica de las articulaciones intertarsiana distal y tarsometatarsiana. Las principales heridas se desbridaron y se cerraron parcialmente con suturas y drenajes de Penrose incrustados. **B)** Toma radiográfica dorsolateral plantaromedial oblicua en donde se observa la fractura articular y conminuta (Tomado de Nixon and Fortier, 2020).

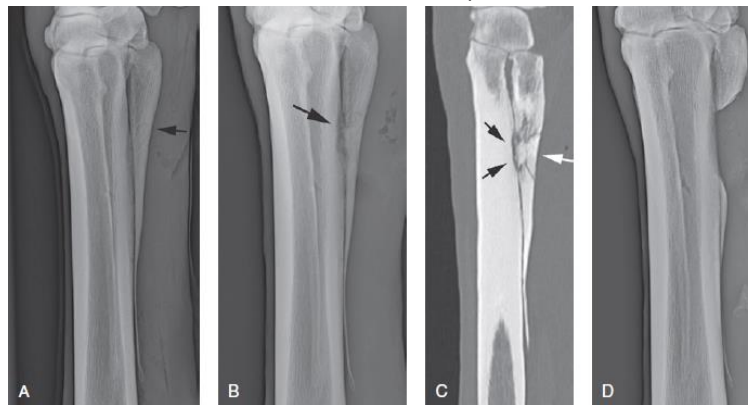


Figura 170. **A)** Radiografía dorsolateral palmaromedial oblicua, la flecha muestra una fractura expuesta en el tercio proximal del cuarto hueso metacarpiano; **B)** Una semana después del desbridamiento de la herida, la flecha muestra lisis en el tercer hueso metacarpiano al nivel de la fractura; **C)** Tomografía computarizada en plano sagital, las flechas negras señalan la lisis en el tercer hueso metacarpiano y la flecha blanca señala las líneas de fractura en el cuarto hueso metacarpiano y **D)** Toma radiográfica posterior a la osteotomía segmentaria (Tomado de Jackson and Auer, 2019).

La gammagrafía es innecesaria para el diagnóstico de las fracturas agudas. Pero puede ser útil en casos de fracturas crónicas cuando se intenta confirmar o descartar otras posibles causas de claudicación (Bassage, 2014).

Tratamiento

Los objetivos del tratamiento de fracturas proximales incluyen promover la reparación ósea, preservar la estabilidad de la parte proximal del hueso y minimizar el potencial de desarrollar enfermedad articular degenerativa (Bassage, 2014). La infección del sitio de la fractura en ocasiones es inevitable. En fracturas expuestas en el aspecto proximal del cuarto hueso metacarpiano/metatarsiano la artritis séptica es común y debe tratarse agresivamente, inicialmente mediante un lavado local, perfusión regional intravenosa y lavado articular (Jackson and Auer, 2019; Nixon and Fortier, 2020).

Tratamiento médico

Las fracturas proximales cerradas no articulares de los pequeños metacarpianos y metatarsiano se pueden reparar con 2 a 4 meses de descanso (Dyson, 2011; Bertone, 2014). Varios autores informaron que la reparación se produjo en la mayoría de los caballos con fracturas abiertas en el tercio proximal que se sometieron al tratamiento médico mediante desbridamiento de la herida y descanso (Jackson *et al.*, 2006; Sherlock and Archer, 2008; Jackson and Auer, 2019). Sin embargo, el tratamiento médico de una fractura proximal abierta puede ocasionar la no unión de la fractura, osteomielitis, formación de un sequestro óseo, formación excesiva de hueso de neoformación y claudicación persistente (Baxter *et al.*, 1992; Sherlock and Archer, 2008). Doce de catorce caballos que fueron tratados regresaron a su actividad deportiva (Jackson and Auer, 2019).

Tratamiento quirúrgico

El tratamiento quirúrgico se indica en fracturas donde la claudicación y el dolor asociados con la fractura son de moderados a severos, donde hay presencia de infección o sequestro óseo cuando se desea una reparación rápida (Schramme and Labens, 2013; Bertone, 2011) o si la fractura involucra el aspecto proximal del segundo metacarpiano para prevenir la inestabilidad en las articulaciones del carpo (Schramme and Labens, 2013; Dyson, 2011).

El tratamiento puede ser la ostectomía parcial sola o en combinación con una fijación interna para estabilizar la porción proximal restante (Bassage, 2014). Otros procedimientos incluyen la ostectomía segmentaria (Jenson *et al.*, 2004; Jackson and Auer, 2019) y la fijación simple o múltiple con tornillos de tracción (Nixon and Fortier, 2020). En el caso del cuarto hueso metatarsiano el tratamiento quirúrgico puede ser la extirpación completa del hueso (Bassage, 2014).

La ostectomía parcial (Figura 171) se retiran los fragmentos distales a la fractura se ha reportado que proporciona un rápido retorno al ejercicio (Allen and White, 1987). Se debe tener en cuenta que no se deben extraer más de dos terceras partes distales de estos huesos (Bowman *et al.*, 1982; Jenson *et al.*, 2004). La excepción es el cuarto metatarsiano que puede extirparse el hueso por completo (Bertone, 2011; Bassage, 2014; Nixon and Fortier, 2020). Lo anterior se comprueba en un estudio que mostró que la alteración biomecánica en el carpo se produjo solo cuando el segundo hueso metacarpiano se eliminó por completo, mientras que la extirpación de menos del 80% no alteró la rigidez biomecánica del carpo (Seabaugh *et al.*, 2012). Las posibles complicaciones de la ostectomía sola es que se pierda la estabilidad de la parte proximal restante y producir claudicación crónica (Bassage, 2014).

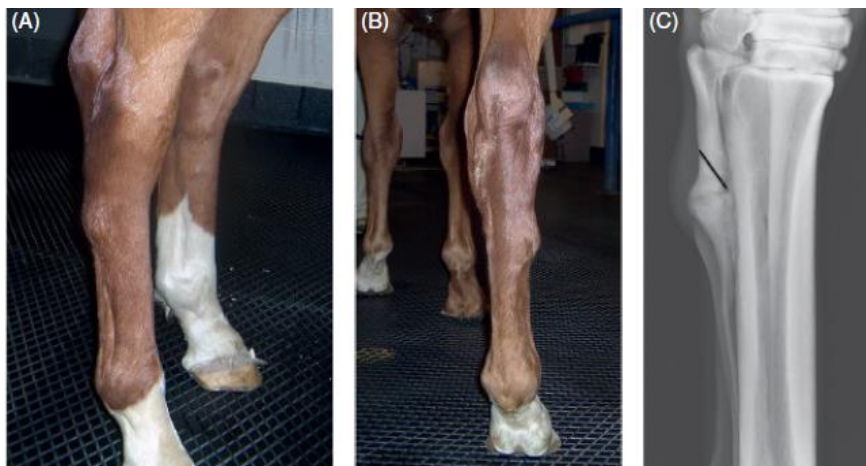


Figura 171. **A y B)** Siete meses posteriores a una fractura en el tercio proximal del cuarto hueso metatarsiano que produjo hueso de neoformación exuberante; **C)** Radiografía dorsolateral plantaromedial oblicua que muestra el hueso de neoformación exuberante, la línea negra señala el límite de la ostectomía que es inmediatamente proximal a la fractura (Tomada de Nixon and Fortier, 2020).

La osteotomía parcial donde se retiran hasta dos terceras partes distales del hueso y la fijación con una placa para mantener el soporte axial se indica especialmente en las fracturas del tercio proximal del segundo metacarpiano (Figura 172) (Peterson *et al.*, 1987; Jackson and Auer, 2019).

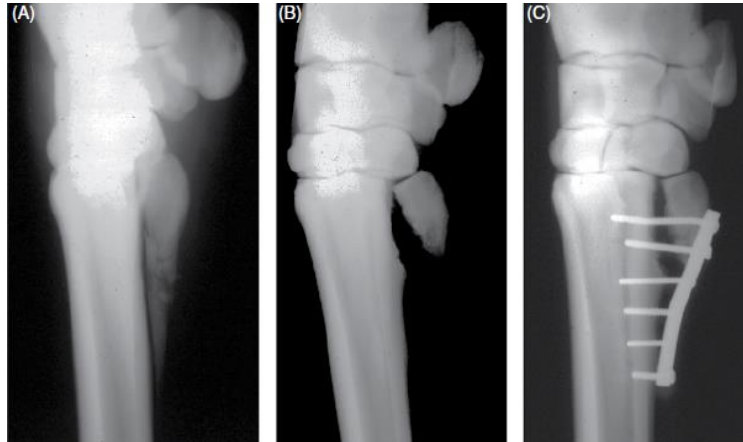


Figura 172. **A)** Fractura proximal conminuta del cuarto hueso metacarpiano; **B)** Desplazamiento posterior a la osteotomía parcial de la porción distal de la fractura; **C)** Realineación y estabilización del fragmento proximal del cuarto hueso metacarpiano (Tomada de Nixon and Fortier, 2020).

La fijación con una placa pequeña y con tornillos corticales se indica en las fracturas expuestas, desplazadas e incluso articulares (Figura 173) (Bertone, 2011; Bassage, 2014). La fijación de la placa puede acelerar la reparación de la fractura y evitar la pérdida de estabilidad entre el pequeño hueso metacarpiano/metatarsiano y las articulaciones del carpo/tarso (Nixon and Fortier, 2020). Sin embargo, las fracturas expuestas y que tienen un alto riesgo de infección las placas pueden fallar o requieren revisión periódica (Peterson *et al.*, 1987), por lo que se puede indicar la perfusión regional con antibióticos para mejorar el control de la propagación de la infección en fracturas potencialmente infectadas (Nixon and Fortier, 2020). La implantación de objetos metálicos conlleva un alto riesgo de infección postoperatorio, particularmente si la lesión original fue causada por un traumatismo externo, por lo que su uso debe reservarse para casos en los que existe una alta probabilidad de luxación o subluxación del fragmento óseo restante (Jackson and Auer, 2019). Con la fijación de una placa seis de once caballos pudieron regresar a su actividad deportiva (Baxter *et al.*, 1992).

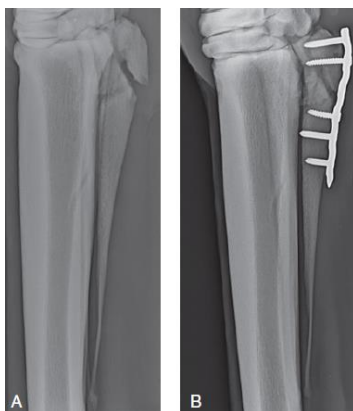


Figura 173. **A)** Radiografía dorsolateral plantaromedial oblicua que muestra una fractura proximal y desplazada del cuarto hueso metatarsiano; **B)** La fractura se estabilizó con una placa pequeña de compresión y con tornillos de cortical (Jackson and Auer, 2019).

En la ostectomía segmentaria se extirpa la porción afectada del hueso, y se mantiene la porción proximal y distal de la fractura. Jenson *et al.* (2004) reportaron que mediante la ostectomía segmentaria (Figura 170 D y 174) es una alternativa viable al eliminar solo la porción afectada del hueso, y que parece ser menos invasiva que la extirpación de todo el aspecto distal de la fractura, sin embargo, se debe tomar en cuenta la posible inestabilidad articular si el fragmento proximal se desplaza. En un estudio, tres caballos con fracturas abiertas de múltiples fragmentos proximales tratados con ostectomía segmentaria regresaron a su actividad deportiva después de ocho semanas de la cirugía (Jenson *et al.*, 2004).

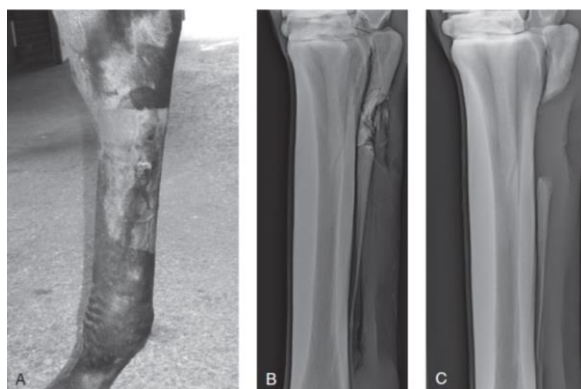


Figura 174. **A)** Herida en la cara lateral del miembro pélvico izquierdo posterior de una patada; **B)** Radiografía dorsolateral plantaromedial oblicua que muestra una fractura proximal conminuta del cuarto hueso metatarsiano; **C)** Radiografía dorsolateral plantaromedial oblicua posterior a una ostectomía segmentaria (Tomado de Jackson and Auer, 2019).

La fijación simple o múltiple con un tornillo de tracción puede usarse para la fijación de la porción proximal restante posterior a la osteotomía distal (Figura 175). Si solo se realiza la fijación con el tornillo puede resultar en una insuficiencia ósea, se reportó que solo dos de once caballos tratados con la fijación de un tornillo volvieron a su actividad deportiva (Peterson *et al.*, 1987).

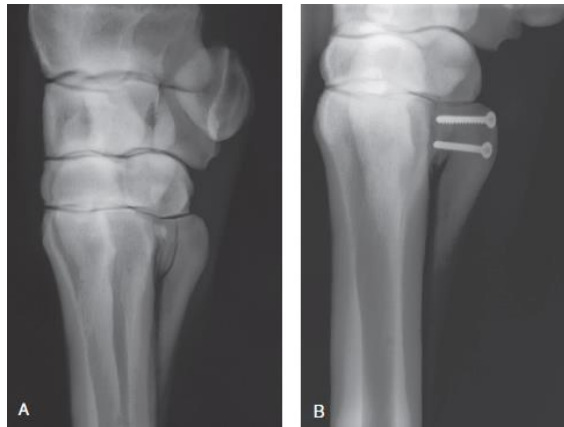


Figura 175. **A)** Radiografía dorsolateral palmaromedial oblicua que muestra una fractura proximal articular del cuarto hueso metacarpiano; **B)** Fijación de la fractura con dos tornillos de 3,5 mm (Jackson and Auer, 2019).

Las láminas de hialuronato pueden indicarse después de la colocación de un implante o de la osteotomía para evitar adherencias del LSM, además se recomienda la eliminación del espacio muerto en la región distal de donde se extirparon los fragmentos para evitar la formación de hematomas, calcificaciones y adherencias secundarias. Se pueden usar pequeños drenajes de Penrose, pero se deben evitar cuando se colocan implantes metálicos. El cierre preciso de la herida y un vendaje de presión están indicados (Nixon and Fortier, 2020).

La extirpación completa del cuarto hueso metatarsiano se ha utilizado para tratar fracturas conminutas, expuestas, incluso con osteomielitis y secuestro óseo de la porción proximal del cuarto hueso metatarsiano, en lugar de una fijación interna debido al riesgo de infección del implante (Figura 176) (Baxter *et al.*, 1992). Esta técnica permitió que cinco caballos volvieran a sus funciones atléticas previstas sin secuelas asociadas con la eliminación completa del cuarto metatarsiano (Baxter *et al.*, 1992). Lo anterior se indica debido a que el soporte de peso proximal

proporcionado al cuarto hueso del tarso por la porción proximal del cuarto hueso metatarsiano es menor, y las extensas uniones de ligamentos se vuelven a unir al tercer metatarso después de la extracción del hueso (Sherlock and Archer, 2008; Nixon and Fortier, 2020).



Figura 176. Radiografía dorsolateral plantaromedial de la región metatarsiana, siete días posteriores de la extirpación del cuarto hueso metatarsiano. No hay evidencia de subluxación de los huesos del tarso ni signos de infección (Tomado de Baxter *et al.*, 1992).

Posterior al tratamiento quirúrgico se indican los vendajes de presión durante una semana para minimizar la formación de un seroma, descanso y un programa de ejercicio controlado por treinta días para evaluar radiográficamente (Jackson and Auer, 2019; Nixon and Fortier, 2020). Los vendajes se pueden mantener por seis semanas después de la operación para un resultado cosmético (Bertone, 2011). Si se utilizó una placa se puede retirar tres meses después de la cirugía, después es conveniente de cuatro a seis semanas adicionales de ejercicio controlado antes de reanudar el entrenamiento una vez que las fracturas se hayan reparado radiográficamente (Bassage, 2014), aunque también se reporta que puede ser no necesario retirar la placa para volver al rendimiento deportivo, y las placas o los tornillos de placa individuales se deben retirar cuando existe una infección persistente (Nixon and Fortier, 2020).

El entrenamiento generalmente se inicia después de dos a tres meses de descanso y depende totalmente del grado de daño del tejido blando asociado con el sitio de la fractura (Bertone, 2011).

Pronóstico

El pronóstico fracturas proximales es de reservado a desfavorable, aunque depende de la configuración de la fractura, así como la participación adicional de tejidos blandos adyacentes (Jackson and Auer, 2019).

El pronóstico se puede ver afectado por el posible desarrollo de una osteoartritis de la articulación carpometacarpiana o tarsometatarsiana (Bowman and Fackelman, 1982; Bertone, 2011), en fracturas expuestas un proceso infeccioso puede provocar artritis séptica (Preez, 1994; Nixon and Fortier, 2020), osteomielitis (Peterson *et al.*, 1987; Preez, 1994), en fracturas conminutas pueden desarrollar un secuestro óseo e incluso si un fragmento proximal no se fija puede desarrollar desmitis interósea (Bertone, 2011).

5.14 Fracturas del tercio medio de los pequeños metacarpianos y metatarsianos

Etiopatogenia y epidemiología

Las fracturas en el cuerpo o el tercio medio de los pequeños metacarpianos y metatarsianos suelen ser el resultado de un traumatismo externo, como una patada u otra lesión de impacto (Allen and White, 1987; Peterson *et al.*, 1987; Baxter *et al.*, 1992; MacDonald *et al.*, 2006; Ross, 2011; Butler *et al.*, 2017; Nixon and Fortier, 2020). El cuarto hueso metacarpiano/metatarsiano al ser lateral es más susceptible y, por lo tanto son los más involucrados en fracturas traumáticas, en comparación con los metacarpianos/metatarsianos mediales. Sin embargo, los huesos mediales son susceptibles a fracturas por interferencia del miembro opuesto (Bassage, 2014; Nixon and Fortier, 2020).

Los traumatismos cerrados causados por la interferencia dan como resultado una fractura oblicua o transversal, pero también se puede observar una fractura conminuta o con un fragmento en forma de media luna. En raras ocasiones estas fracturas son expuestas (Jackson *et al.*, 2007; Bassage, 2014).

Diagnóstico

Signos clínicos

Los signos clínicos pueden ser inflamación, aumento de volumen y temperatura, así como dolor a la palpación en el sitio de la fractura. A la palpación es primordial detectar algún signo de dolor en el LSM, esto se puede realizar con el miembro flexionado ya que permite la separación del ligamento del borde axial del segundo o cuarto hueso metacarpiano o metatarsiano y la posterior detección de exostosis en la superficie axial del hueso fracturado (Nixon and Fortier, 2020). Además puede observarse una herida (Figura 177A), Jackson *et al.* (2007) en su estudio reportan que el 46% de las fracturas del tercio medio presentaron una herida. Los caballos con fracturas agudas de la porción media generalmente la claudicación es de 2-4 de 5. La claudicación en casos crónicos es muy variable. La claudicación se exagera con miembro afectado en el interior de un círculo. (Bassage, 2014).

Analgesia diagnóstica

Rara vez es necesario utilizar la analgesia diagnóstica para localizar la fuente de dolor en los caballos con una fractura aguda (Bassage 2014). En caso de una fractura crónica con la presencia de hueso de neoformación exuberante la infiltración local de anestésico proximal al hueso de neoformación debe mejorar la claudicación más que un bloqueo nervioso volar alto (Nixon and Fortier, 2020).

Imagenología

La evaluación radiográfica es sumamente importante ya que las fracturas en el tercio medio pueden estar expuestas y su configuración es variable, puede ser desde una fractura simple hasta una conminuta (177B) (Bassage, 2014). La proyección radiográfica dorsopalmar puede sugerir la presencia de hueso de neoformación que se extiende axialmente hacia el área del LSM (Figura 179) (Nixon

and Fortier, 2020). Otros hallazgos radiográficos que pueden observarse pueden ser hueso de neoformación y secuestro óseo (Figura 178A) o la no unión en una fractura crónica (Jackson *et al.*, 2007).



Figura 177. **A)** Fotografía que muestra una herida sobre la cara lateral del miembro pélvico izquierdo que se puede asociar con una fractura del cuarto hueso metatarsiano; **B)** Radiografía que muestra la fractura en el tercio medio del cuarto hueso metatarsiano (Tomado de Jackson *et al.*, 2007).

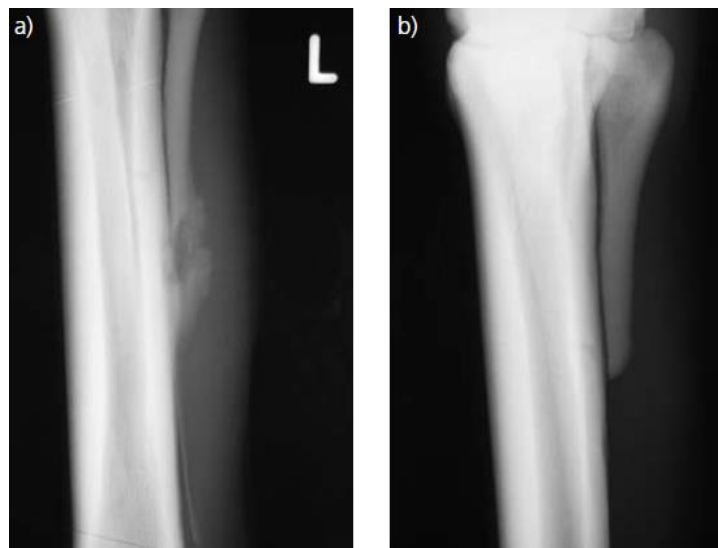


Figura 178. **a)** Radiografía preoperatoria de una fractura crónica del tercio medio, donde se observa un secuestro óseo y hueso de neoformación; **b)** Radiografía postoperatoria de la misma fractura después de la ostectomía parcial de la porción distal de la fractura, extracción del secuestro y hueso de neoformación (Tomado de Jackson *et al.*, 2007).

La evaluación al ultrasonido es fundamental para examinar si el LSM se involucra, aunque es menos probable que se afecte en comparación con las fracturas del tercio distal. La excepción implica fracturas crónicas que han desarrollado hueso de neoformación exuberante y este puede adherirse o afectar el LSM (Dyson, 2011; Nixon and Fortier, 2020).

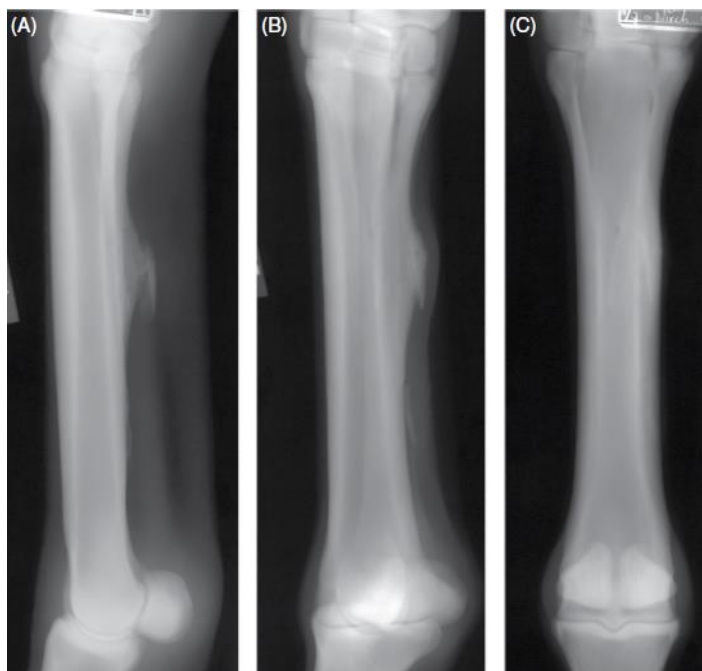


Figura 179. Radiografías que muestran la reparación de una fractura en el tercio medio de un pequeño metacarpiano/metatarsiano, se puede observar la exostosis alrededor del LSM y el aumento de densidad en el área que corresponde al LSM; las tomas radiográficas **A**) lateromedial, **B**) oblicua y **C**) dorsopalmar (Tomado de Nixon and Fortier, 2020).

La gammagrafía es innecesaria para el diagnóstico de fracturas agudas, pero es útil en caballos con fracturas crónicas cuando se intenta descartar o confirmar la fractura o descartar otras posibles causas de claudicación (Bassage, 2014).

Tratamiento

Las fracturas del tercio medio suelen ser complicadas, pueden repararse mediante un tratamiento médico o quirúrgico dependiendo de la naturaleza de la lesión, el uso del caballo y cualquier restricción económica (Bassage 2014; Jackson and Auer, 2019).

Tratamiento médico

El tratamiento médico a menudo se elige por limitaciones económicas. Los casos seleccionados son las fracturas crónicas con mínima formación de hueso de neoformación y las fracturas agudas no desplazadas. Sin embargo, debido al movimiento en el sitio de la fractura la reparación a menudo se retrasa y con frecuencia se produce hueso de neoformación exuberante (Figura 179) (Jackson and Auer, 2019). El tratamiento médico incluye vendajes, fijación externa rígida y descanso (Schramme and Labens, 2013; Nixon and Fortier, 2020).

Las fracturas expuestas e infectadas pueden tratarse con antibióticos sistémicos y perfusión regional con antibióticos en el miembro afectado, pero si la infección reaparece está indicada una evaluación radiográfica para identificar un posible secuestro óseo asociado a la fractura (Nixon and Fortier, 2020).

Tratamiento quirúrgico

El tratamiento quirúrgico se indica en la mayoría de las fracturas del tercio medio de los pequeños metacarpianos/metatarsianos y especialmente en fracturas expuestas y desplazadas debido al movimiento en el sitio de la fractura y con esto el periodo de reparación suele ser más lento (Jackson *et al.*, 2007; Bassage, 2014).

La cirugía es la ostectomía parcial (Figura 178B) o la ostectomía segmentaria en donde se dejan intactos los segmentos proximal y distal de la fractura (Figura 180) (Bowman *et al.*, 1982; Kramer, 2006; Bassage, 2014; Jackson and Auer, 2019).

Si la fractura presentó infección se considera la extirpación quirúrgica de los posibles fragmentos y el hueso de neoformación exuberante (Figura 178B y Figura 181) ya que esto puede lograr menor probabilidad de dehiscencia de la herida o recurrencia de hueso de neoformación proliferativo (Nixon and Fortier, 2020).

En casos donde el LSM se encuentra adherido al segundo o al cuarto hueso metacarpiano/metatarsiano las láminas de hialuronato interposicionales se usan para separar y minimizar la formación de adherencias entre el sitio de ostectomía y el LSM (Nixon and Fortier, 2020).



Figura 180. **A)** Radiografía preoperatoria de fractura conminuta en el tercio medio del cuarto hueso metatarsiano; **B)** Radiografía postoperatoria después de realizar una osteotomía segmentaria de la fractura conminuta (Tomada de Sherlock and Archer, 2008).

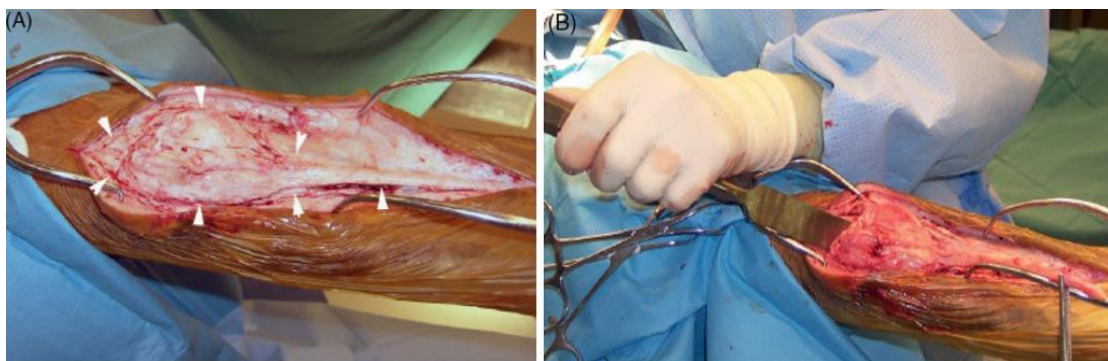


Figura 181. Extracción de hueso de neoformación exuberante resultado de una fractura en el tercio medio de un pequeño metacarpiano/metatarsiano. **A)** Las flechas muestran la disección del periostio; **B)** El osteotomo se coloca en ángulo oblicuo distal y palmar para asegurar la extirpación del hueso de neoformación exuberante al LSM (Nixon and Fortier, 2020).

Pronóstico

El pronóstico de las fracturas del tercio medio tratadas mediante el tratamiento médico es de reservado a desfavorable, debido a que se puede formar hueso de neoformación exuberante o la falla de unión de la fractura (Jackson and Auer, 2019).

Después del tratamiento quirúrgico el pronóstico es favorable (Jackson *et al.*, 2007; Nixon and Fortier, 2020), se reportan que trece caballos con fracturas en el tercio medio tratados con una osteotomía segmentaria volvieron a su actividad deportiva

después de dos meses de la cirugía y con excelentes resultados cosméticos (Jackson and Auer, 2019). Posterior a la ostectomía parcial de las fracturas en el tercio medio es reservado (Bowman and Fackelman, 1982), sin embargo Bassage (2014) menciona que esto se debe a un período inapropiado de recuperación.

El pronóstico se ve afectado porque a menudo estas fracturas resultan en una formación excesiva de hueso de neoformación a pesar del tratamiento, que afecta al LSM, provoca una desmitis secundaria y claudicación persistente (Bassage, 2014; Nixon and Fortier, 2020).

5.15 Fracturas del tercio distal de los pequeños metacarpianos y metatarsianos

Etiopatogenia y epidemiología

Las fracturas en el tercio distal son las más comunes de los pequeños metacarpianos y metatarsianos en caballos de todas las razas y sin importar su función zootécnica, pero los caballos de carreras son los más afectados (Bassage, 2014; Jackson and Auer, 2019). Los miembros torácicos se ven más involucrados que los miembros pélvicos, con excepción de los trotones de carreras, en comparación con los pura sangre inglés (Jenson *et al.*, 2004; Nixon and Fortier, 2020), ya que las fracturas distales en los miembros pélvicos son más comunes en los caballos trotones. En los trotones el segundo metatarsiano izquierdo y el cuarto metatarsiano derecho son las fracturas distales más comunes; en los pura sangre inglés el cuarto metacarpiano izquierdo y el segundo metacarpiano derecho son los más afectados (Bowman *et al.*, 1982; Bertone, 2011; Bassage 2014), lo anterior resulta porque los pura sangre inglés corren en sentido contrario a las manecillas del reloj y existe una mayor carga de peso en estos huesos (Bertone, 2011).

Las fracturas en la porción distal de los pequeños metacarpianos o metatarsianos generalmente ocurren en caballos adultos entre los cinco a siete años y rara vez ocurren en caballos menores de dos años (Bowman and Fackelman, 1982; Bertone, 2011). Las fracturas en caballos menores de 2 años de edad, se pueden desarrollar

debido a una disminución en la flexibilidad del LSM y un aumento de la fragilidad del hueso a medida que los caballos envejecen, además que estos caballos no se encuentran en un entrenamiento formal (Bowman and Fackelman, 1982; Bassage, 2014).

Las fracturas pueden suceder por un traumatismo externo directo en la porción distal del hueso, por el impacto en el cuarto metacarpiano/metatarsiano debido a su ubicación expuesta, por la interferencia del pie opuesto en el caso del segundo metacarpiano/metatarsiano, o por un traumatismo interno como la compresión de fuerzas axiales sobre el hueso, o por la tensión excesiva en los ligamentos interóseos y la banda que existe en la porción distal de los pequeños huesos metacarpianos/metatarsianos y, además la fractura puede preceder, ser concomitante o provocar una desmitis del LSM (Preez, 1994; Bertone, 2011; Dyson, 2011; Schramme and Labens, 2013; Bassage, 2014; Nixon and Fortier, 2020). En un estudio se reporta que el 70% de las fracturas que involucran la porción distal la desmitis del LSM estuvo presente (Verschooten *et al.*, 1984). Por otra parte Bowman *et al.* (1982) reportaron que el 81% de trotones y el 67% de pura sangre inglés presentaron desmitis del LSM asociada a la fractura distal de los pequeños metacarpianos/metatarsianos.

A diferencia del tercio proximal y medio la parte distal de los pequeños metacarpianos/metatarsianos no se encuentran firmemente adheridos al tercer hueso metacarpiano/metatarsiano a través del ligamento interóseo y mediante la fascia metacarpiana/metatarsiana palmar/plantar que recubre los tendones en la porción proximal y que es adyacente a la rama del LSM, la porción distal de los pequeños metacarpianos/metatarsianos posee una estructura en forma de banda que se extiende distalmente hacia la cara lateral y medial de los cóndilos del tercer hueso metacarpiano/metatarsiano, por lo tanto es relativamente móvil (Bassage 2014; Jackson and Auer, 2019). Esta banda es similar a un ligamento tiene una variabilidad anatómica significativa, si esta banda es larga y los pequeños huesos metacarpianos/metatarsianos se curvan lejos del tercer hueso metacarpiano/metatarsiano se genera un aumento de tensión cuando la articulación

del menudillo está en extensión, haciendo que un caballo sea más susceptible a las fracturas del hueso en la porción distal (Figura 182) (Verschooten *et al.*, 1984; Jackson *et al.*, 2005; Jackson and Auer, 2019; Nixon and Fortier, 2020).

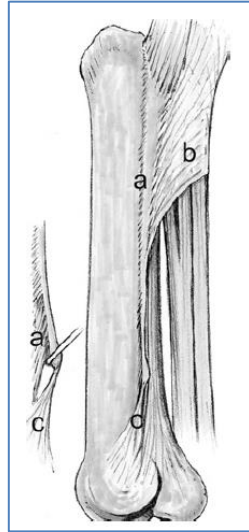


Figura 182. Tejidos blandos que rodean al segundo y cuarto hueso metacarpiano y metatarsiano hueso; a) ligamento interóseo; b) fascia metacarpiana/metatarsiana palmar/plantar; c) banda que es similar a un ligamento que se origina en los extremos de los pequeños metacarpianos y metatarsianos (Tomado de Jackson and Auer, 2019).

La desmitis del LSM produce un aumento de tamaño del ligamento lo que ocasiona un desplazamiento distal y abaxial en pequeño hueso metacarpiano/metatarsiano que a su vez exacerba la tensión en el hueso y puede provocar una osteítis o una fractura (Verschooten *et al.*, 1984; Bassage, 2014; Schramme and Labens, 2013; Jackson and Auer, 2019; Nixon and Fortier, 2020). Además la flexión de la articulación del menudillo induce un movimiento abaxial en la porción distal de los pequeños metacarpianos/metatarsiano, que se presume que es exacerbado por el aumento de volumen debido a la desmitis del LSM (Bertone, 2011).

Diagnóstico

Signos clínicos

Los signos clínicos incluyen inflamación, puede haber aumento de volumen, dolor a la palpación en el sitio de la fractura y en los tejidos blandos que la rodean, aumento de temperatura, los signos varían dependiendo de la cronicidad de la lesión. El

caballo puede tener antecedentes o signos clínicos de desmitis del LSM. Algunas fracturas distales crónicas generalmente son hallazgos incidentales, el aumento de volumen puede permanecer, producir una exostosis, y se puede palpar un “sobrehueso”, además de inestabilidad si se presiona axialmente el botón del pequeño metacarpiano/metatarsiano afectado (Bertone, 2011; Bassage, 2014; Nixon and Fortier, 2020).

La claudicación suele ser muy variable y puede ser de inicio agudo durante o inmediatamente después del ejercicio, algunos caballos pueden reanudar al ejercicio después de un período de descanso, pero posterior a éste tienen problemas persistentes de claudicación de bajo grado. La claudicación en fracturas agudas es de leve a moderada al trote y en algunos casos se observa claudicación leve al paso. En fracturas distales crónicas se observa una claudicación leve al trote, pero el rendimiento se ve afectado a altas velocidades. La claudicación puede exacerbarse en un círculo y puede ser positiva la flexión de la articulación del menudillo especialmente si hay desmitis del LSM (Bassage, 2014; Nixon and Fortier, 2020).

Analgesia diagnóstica

Rara vez se requiere de analgesia diagnóstica para localizar definitivamente la fuente del dolor, especialmente en fracturas agudas. En caballos con fracturas distales la respuesta a un bloqueo volar bajo puede mejorar la claudicación (Bassage, 2014). En casos crónicos la infiltración local del analgésico puede ayudar al diagnóstico (Nixon and Fortier, 2020).

Imagenología

Las radiografías son definitivas para el diagnóstico. Los hallazgos radiográficos son una solución de continuidad que puede ser oblicua y completa del aspecto distal del hueso afectado (Figura 183A) (Nixon and Fortier, 2020), se puede observar aumento de la densidad correspondiente a los tejidos blandos que rodean a la fractura. En fracturas crónicas se puede observar hueso de neoformación y puede

verse compresión del LSM adyacente (Figura 183B y Figura 184A-C) (Bassage, 2014).

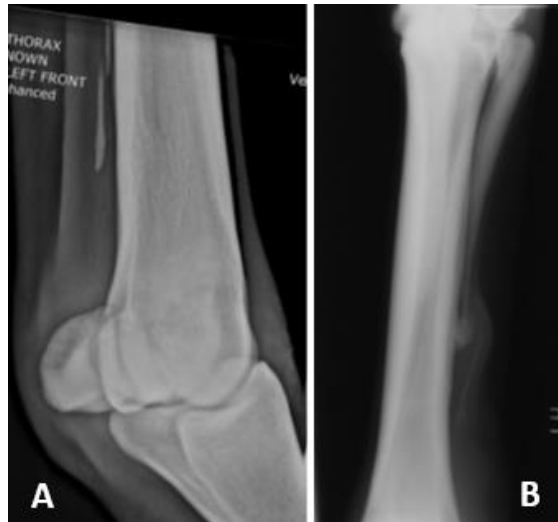


Figura 183. **A)** Fractura distal y aguda del cuarto hueso metatarsiano en un caballo pura sangre inglés; **B)** Fractura distal y crónica, se puede observar el fragmento desplazado del cuarto hueso metacarpiano en un caballo pura sangre inglés (Tomado de Nixon and Fortier, 2020).

La gammagrafía es innecesaria para el diagnóstico de fracturas agudas distales. Pero puede ser útil en caballos con fracturas crónicas cuando se intentan descartar otras posibles causas de claudicación (Bassage, 2014).

El ultrasonido se debe realizar para evaluar el LSM en los casos en que se sospeche de desmitis del LSM concurrente (Figura 184D-F) (Dyson, 2011; Bassage, 2014; Jackson and Auer 2019; Nixon and Fortier, 2020).

Tratamiento

El tratamiento inicial para las fracturas del segundo y cuarto hueso metacarpiano o metatarsiano incluye: vendaje, terapia antiinflamatoria y descanso. En caso de haber una herida es importante su limpieza y administración de antibióticos, según sea necesario (Bassage, 2014). El objetivo del tratamiento es eliminar la fuente de irritación y la posible inflamación crónica (Bassage, 2014). Actualmente es complicado saber cuál es la manera más adecuada de manejar las fracturas en la porción distal (Dyson, 2011; Bassage, 2014).

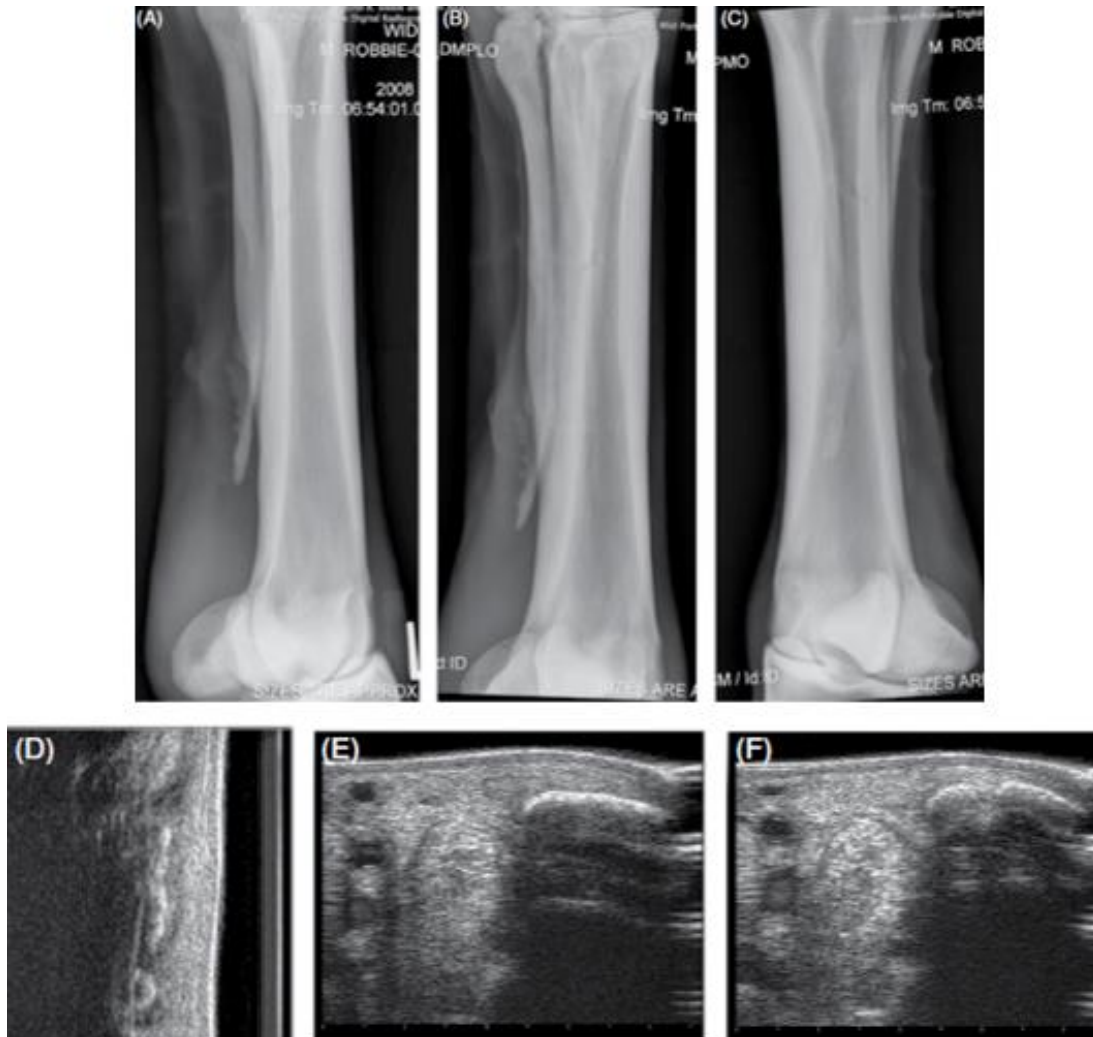


Figura 184. **A-C)** Fractura distal crónica activa, se puede observar el desplazamiento y la exostosis ósea; **D)** Ecografía en plano longitudinal en la que se demuestra la desmitis de la rama medial del LSM y se observa la irregularidad en el margen óseo del segundo metacarpiano/metatarsiano; **E y F)** Ecografías en plano transversal que muestran una región hipoeoica dentro de la rama medial del LSM la imagen E se obtuvo distal al hueso y F ligeramente proximal al hueso (Tomado de Nixon and Fortier, 2020).

Tratamiento médico

Este tratamiento consiste en descanso, ejercicio controlado y dejar que se repare por si sola la fractura, algunas pueden repararse o los fragmentos volverse inactivos y no unirse, se reporta que pueden no causar problemas (Preez, 1994; MacDonald *et al.*, 2006; Schramme and Labens, 2013; Bassage, 2014; Butler *et al.*, 2017; Jackson and Auer, 2019).

Tratamiento quirúrgico

El tratamiento quirúrgico sigue siendo controvertido, (Nixon and Fortier, 2020). La ostectomía (Figura 185) está indicada para reducir el tiempo en el que el caballo puede regresar a desarrollar su función zootécnica, además se produce un mejor aspecto cosmético y la cirugía suele ser necesaria si la claudicación persiste o si el hueso de neoformación es exuberante o si llega afectar al LSM (Preez, 1994). La ostectomía en las fracturas distales se recomienda para remover hasta dos tercios de la longitud total del pequeño metacarpiano/metatarsiano sin secuelas adversas (Verschooten *et al.*, 1984; Preez, 1994; Jenson, 2004; Bertone, 2011).

Durante la ostectomía se remueve el fragmento distal, la posible exostosis y un pequeño segmento del fragmento proximal, junto con el periostio asociado. El cierre y el vendaje se llevan a cabo de manera rutinaria. El cuidado posterior a la cirugía implica de dos a cuatro semanas de descanso y un programa de ejercicio controlado (Bassage, 2014).



Figura 185. Radiografías pre y postoperatorias. **A)** Fractura distal y crónica, donde se ve el hueso de neoformación; **B)** Se observa la remoción del fragmento y se observa el biselado que se realiza en la parte final al pequeño hueso metacarpiano (Tomado de Nixon and Fortier, 2020).

Pronóstico

El pronóstico para el regreso al ejercicio en caballos con fracturas en la porción distal de los pequeños metacarpianos y metatarsianos es de favorable a reservado. El resultado cosmético suele ser excelente (Nixon and Fortier, 2020). La desmitis del LSM es el factor que afecta el pronóstico de las fracturas distales (Bertone, 2011; Bassage, 2014; Butler *et al.*, 2017; Jackson and Auer, 2019).

El pronóstico para el regreso al ejercicio depende de la gravedad de la desmitis del LSM y no directamente de la reparación que se observa en la radiografía (Bertone, 2011). Bowman *et al.* (1982) reportaron que solo el 25% de los Trotones que también presentaron desmitis del LSM alcanzaron al menos su nivel anterior de rendimiento, sin embargo, ninguno de los caballos pura sangre inglés con desmitis del LSM volvió a su nivel anterior de rendimiento.

5.16 Osteomielitis en la región metacarpiana/metatarsiana

Etiopatogenia y epidemiología

La osteomielitis es una inflamación del hueso y puede iniciar dentro o extenderse hacia la cavidad medular. La infección puede limitarse a una sola porción de hueso o puede afectar a varias regiones, como la médula, la corteza, el periostio y el tejido blando circundante, además de las estructuras sinoviales en los extremos del hueso; de igual forma varios huesos pueden verse afectados (Sayegh *et al.*, 2019; Kawcak and Baxter, 2020).

La osteomielitis se puede clasificar según su origen en: iatrogénica, hematógena y traumática (Baxter, 1996; Goodrich, 2006; Koch and Witte, 2012; Sayegh *et al.*, 2019; Kawcak and Baxter, 2020). Otra forma de clasificar la osteomielitis es según su ubicación: metafisaria, epifisaria o diafisaria. La osteomielitis metafisaria y epifisaria generalmente se presentan en potros de forma secundaria a una bacteriemia. Las infecciones diafisarias se pueden ver asociadas con fracturas de huesos largos en caballos de cualquier edad (Baxter, 1996).

Osteomielitis hemat6gena

Es el resultado de una de una bacteriemia que se disemina a huesos y articulaciones, pudiendo afectar el tercer hueso metacarpiano y metatarsiano en potros y es rara en adultos. Esta bacteremia puede estar ocasionada por diversas infecciones como la onfaloflebitis (Figura 186) (Baxter, 1996; Farrow, 2006; Hardy, 2006; Sayegh *et al.*, 2019). La localizaci6n de la osteomielitis hemat6gena en la regi6n metafisiaria de los neonatos puede explicarse por un flujo sangu3neo lento, los vasos sangu3neos forman sinusoides terminales, lo que permite que las bacterias se localicen en estas 6reas y se inicie una infecci6n (Figura 187). La infecci6n en el hueso se propaga a trav3s de diseminaci6n hemat6gena desde otro sitio de infecci6n (Pilsworth, 1996). Puede ocurrir como resultado las cavidades de Havers y de Volkmann (Kawcak and Baxter, 2020). La trombosis de los vasos sangu3neos tambi3n ocurre a medida que la infecci6n se propaga, produciendo la muerte de los osteocitos. El proceso inflamatorio aumenta la presi6n dentro del hueso y disminuye a3n m3s el suministro de sangre, el resultado final es la necrosis 6sea con posible formaci6n de un sequestro 6seo (Kawcak and Baxter, 2020). Los neonatos con un sistema inmune comprometido debido a la falla en la transferencia pasiva est3n predispuestos a la septicemia y a la osteomielitis hemat6gena. Las bacterias m3s comunes que causan infecciones hemat6genas son *Escherichia coli.*, *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Rhodococcus spp.* y *Salmonella spp.* (Sayegh *et al.*, 2019; Kawcak and Baxter, 2020).

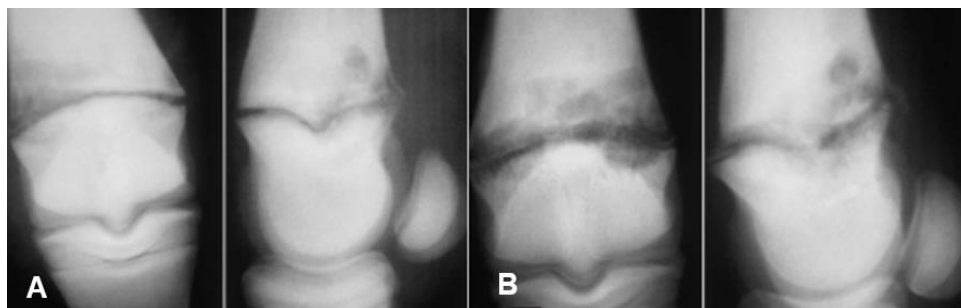


Figura 186. **A)** Vistas dorsopalmar y lateromedial del aspecto distal del tercer hueso metacarpiano con fisitis resultado de una onfaloflebitis. El lado metafisario de la placa de crecimiento comienza a desintegrarse. **B)** Mismas tomas realizadas dos semanas posteriores y despu3s de tratamiento con antibi6ticos se puede observar la formaci6n de sequestros, el da3o 6seo es m3s extenso e involucra tanto la met3fisis como la ep3fisis (Tomado de Farrow, 2006).

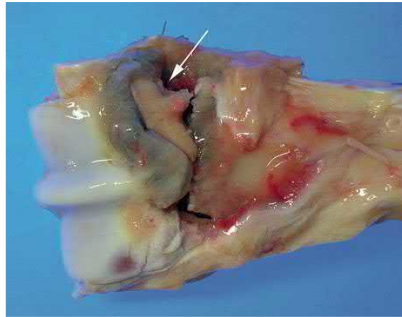


Figura 187. La flecha señala la fisis séptica, que condujo a una fractura patológica de la porción distal del tercer hueso metacarpiano debido al debilitamiento óseo posterior a la lisis (Tomado de Kawcak and Baxter, 2020).

Osteomielitis traumática

La osteomielitis traumática puede ocurrir en cualquier caballo y se debe a heridas penetrantes o fracturas expuestas (Figura 188). La poca cobertura de tejidos blandos de los huesos metacarpianos y metatarsianos los hace altamente susceptibles a traumatismos o fracturas y desarrollar osteomielitis (Dyson and Biggi, 2018). Los organismos patógenos pueden ingresar directamente a la cavidad medular a través de una herida abierta. Las bacterias asociadas con este tipo de infecciones incluyen *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp. y algunos anaerobios (Baxter, 1996; Kawcak and Baxter, 2020). La infección se propaga a través del hueso de manera similar que en una osteomielitis hematológica. La vascularización es un factor importante en la patogenia de la osteomielitis y, por lo tanto, las fracturas con fragmentos óseos aislados del suministro sanguíneo tienen el riesgo de desarrollar una infección (Kawcak and Baxter, 2020).

Osteomielitis iatrogénica

La osteomielitis iatrogénica puede desarrollarse después de una fijación interna (Figura 189) en una fractura o por infiltraciones intraarticulares (Baxter, 1996; Sayegh *et al.*, 2019; Kawcak and Baxter, 2020). Después de una fijación interna generalmente se debe a la contaminación por una fractura, en una fractura expuesta es más común que se desarrolle osteomielitis que en una fractura cerrada, el tipo de fijación interna utilizada es independiente al desarrollo de la infección. La contaminación de una fractura durante la cirugía aumenta especialmente si se

prolonga por más de 3 horas. Además del tiempo, la formación de un hematoma, la disminución del flujo sanguíneo en el sitio de la fractura y la implantación del material extraño (placas, tornillos, clavos, etc.) contribuyen al desarrollo de osteomielitis, ya que proporcionan condiciones favorables para el crecimiento bacteriano (Kawcak and Baxter, 2020). Las bacterias altamente resistentes como *Staphylococcus aureus* o bacterias entéricas Gram negativas son las que se han visto involucradas (Baxter, 1996; Kawcak and Baxter, 2020). La osteomielitis asociada con implantes presenta los mayores desafíos de tratamiento (Goodrich, 2006).

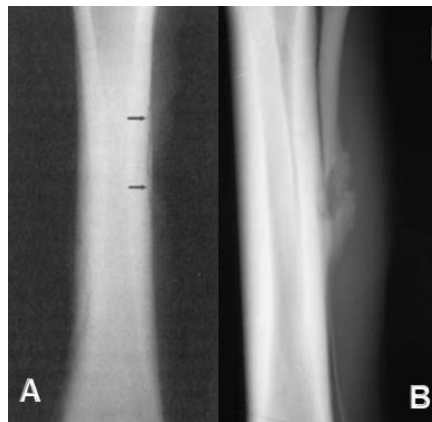


Figura 188. **A)** Radiografía dorsopalmar de la región metatarsiana de un caballo que atrapó su miembro pélvico en una puerta, presentaba varias heridas por donde se podía observar el hueso, las flechas señalan el sequestro óseo (Tomado de Baxter, 1996). **B)** Secuestro óseo en un pequeño metacarpiano resultado de una fractura expuesta (Tomado de Jackson *et al.*, 2007).



Figura 189. Osteomielitis después de una fijación interna en el tercer hueso metatarsiano fracturado. La flecha señala la lisis del hueso producida debajo de la placa en el sitio de la fractura (Tomado de Kawcak and Baxter, 2020).

Diagnóstico

Signos clínicos

Los caballos y potros con osteomielitis presentan claudicación que empeora rápidamente, tienen edema concurrente del tejido blando asociado al sitio afectado, a la presión del hueso el dolor es intenso, en caso de haber una herida puede acompañarse de aumento de volumen especialmente si presenta secreción. En algunos casos pueden presentar fiebre, los potros pueden también presentar depresión, letargo y efusión articular en una o más articulaciones (Baxter, 1996; Goodrich, 2006; Hardy, 2006; Koch and Witte, 2012; Sayegh *et al.*, 2019; Kawcak and Baxter, 2020). En casos de osteomielitis iatrogénica por fijación interna puede presentar cicatrización retardada de heridas sobre los implantes, drenaje y presencia de una fístula, estos signos pueden estar presentes a partir de los 7 días posteriores a la cirugía o pueden retrasarse por 3 a 4 semanas (Kawcak and Baxter, 2020).

Imagenología

Los hallazgos en la evaluación radiográfica incluyen la pérdida de densidad ósea, los cambios líticos en el hueso no son visibles hasta que se haya eliminado del 30% al 50% del mineral óseo (Farrow, 2006; Goodrich, 2006; Koch and Witte, 2012). La osteomielitis se caracteriza por el desarrollo de un secuestro óseo, rodeado por un área radiolúcida que recibe el nombre de involucro y la cloaca que es la conexión entre el hueso y el periostio o entre el hueso y la piel (Figura 190) (Dyson and Biggi, 2018; Sayegh *et al.*, 2019; Kawcak and Baxter, 2020). La osteomielitis posterior a una fijación interna, la lisis a lo largo de las roscas de los tornillos o debajo de la placa puede hacerse evidente con el tiempo. Una zona de destrucción ósea adyacente a los implantes generalmente ocurre debajo de la placa y directamente a lo largo de las roscas de los tornillos (Figura 189) (Sayegh *et al.*, 2019; Kawcak and Baxter, 2020). En ocasiones se pueden desarrollar fracturas patológicas asociadas debido al debilitamiento óseo posterior a la lisis (Figura 187) (Pilsworth, 1996).

El ultrasonido es útil para observar el fluido que recubre un implante como un signo de infección. La aspiración del líquido se puede facilitar con ultrasonido para cultivo y sensibilidad (Sayegh *et al.*, 2019; Kawcak and Baxter, 2020).

La gammagrafía a pesar de detectar un recambio óseo, no distingue si la remodelación ósea es por una infección, un traumatismo o una fractura (Baxter, 1996; Goodrich, 2006), pero puede utilizarse para orientar el diagnóstico de la osteomielitis (Wisner *et al.*, 1991; Goodrich, 2006).

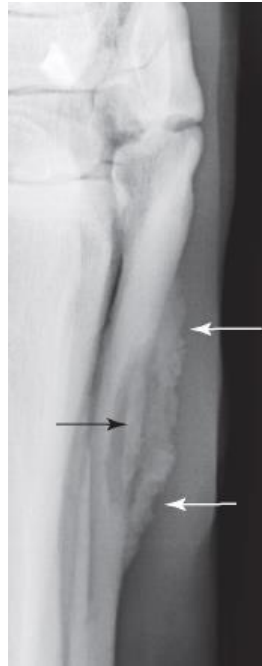


Figura 190. Toma radiográfica dorsomedial plantarolateral oblicua de la región metatarsiana. La flecha negra señala un secuestro óseo con forma ovalada, rodeado por un área radiolúcida que corresponde al involucro y las flechas blancas con hueso de neoformación, estos hallazgos radiográficos son compatibles con osteomielitis. Además se puede apreciar el aumento de densidad de los tejidos blandos adyacentes (Tomado de Dyson and Biggi, 2018).

La tomografía computarizada se recomienda para la detección temprana y la intervención de osteomielitis en caballos. En comparación con la radiografía, la TC es más sensible para la detección de destrucción ósea. Los cambios identificados en las imágenes de TC de la osteomielitis equina incluyen lesiones focales hipodensas (Wisner *et al.*, 1991; Sayegh *et al.*, 2019).

Pruebas de laboratorio

Las pruebas de laboratorio, como el recuento completo de células sanguíneas y la concentración plasmática de fibrinógeno, son útiles para diagnosticar la osteomielitis equina y pueden mostrar leucocitosis y un aumento de la concentración plasmática de fibrinógeno (Koch and Witte, 2012; Sayegh *et al.*, 2019). Sin embargo, dado que estos cambios aparecen entre 10 y 14 días después de la infección, pueden considerarse malos indicadores para el pronóstico (Sayegh *et al.*, 2019). El cultivo microbiológico y la sensibilidad a los antibióticos son importantes para el diagnóstico y el tratamiento de la osteomielitis. Los potros con osteomielitis hematogena tienen artritis séptica concurrente por lo que el análisis del líquido sinovial de las articulaciones afectadas en estos potros es importante realizar (Sayegh *et al.*, 2019).

Tratamiento

El tratamiento para la osteomielitis siempre incluye una terapia antimicrobiana, también está indicado el uso de AINEs y de acuerdo al origen de la infección se podrá requerir de un curetaje o extracción del implante, un injerto óseo, una perfusión regional intravenosa o intraósea y además se ha implementado el uso de polimetilmetacrilato impregnado de antibióticos (Baxter, 1996; Goodrich and Nixon, 2004; Goodrich, 2006).

El uso exclusivo de antibióticos sistémicos es ineficaz en el tratamiento de caballos con osteomielitis, debido a la implicación isquémica de la enfermedad y a la pobre penetración del antibiótico en el hueso infectado. El uso de penicilina y gentamicina es lo que comúnmente se utiliza para tratar la osteomielitis hasta conocer el resultado del cultivo (Baxter 1996; Goodrich and Nixon, 2004; Goodrich, 2006; Kawcak and Baxter, 2020).

En casos de osteomielitis iatrogénica o traumática es imprescindible el desbridamiento de la herida, del hueso y el tejido blando para eliminar el tejido necrótico y el hueso avascular (Figura 191 y 192) (Kawcak and Baxter, 2020), ya que el hueso necrótico actúa como cuerpo extraño que produce inflamación y

estimula la producción de material purulento. El desbridamiento de una herida debe combinarse con la estabilización en caso de una fractura inestable y/o la extracción de implantes metálicos. En el momento del desbridamiento, se debe obtener tejido afectado para cultivo y sensibilidad para ayudar al clínico a elegir el antibiótico adecuado (Goodrich and Nixon, 2004).

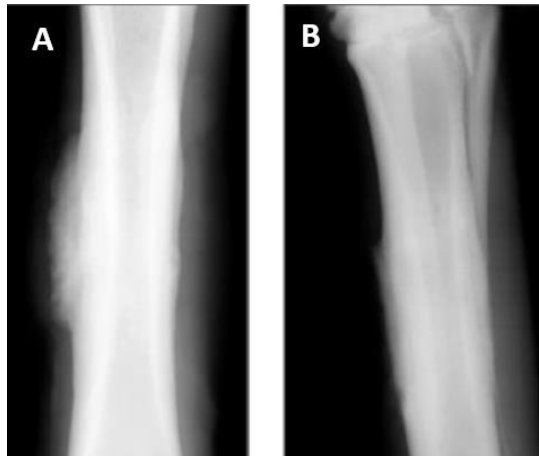


Figura 191. Osteomielitis de la diáfisis del tercer hueso metatarsiano. **A)** Se puede observar la superficie ósea irregular, además se puede observar el involucro, aunque el secuestro se identifica claramente. **B)** 24 días posteriores del curetaje quirúrgico y la extirpación del secuestro, donde se observan los márgenes lisos del hueso (Tomado de Sayegh *et al.*, 2019).

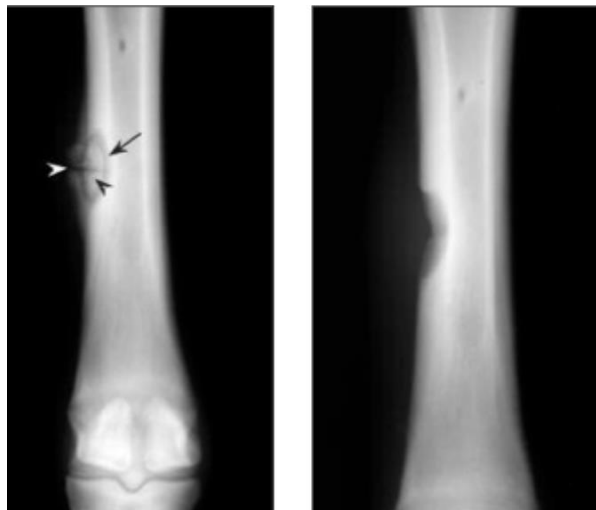


Figura 192. Toma radiográfica dorsoplantar del tercer hueso metatarsiano. **A)** La punta de flecha negra señala el secuestro óseo, la flecha negra señala el involucro. La punta de flecha blanca señala la cloaca. **B)** Toma radiográfica posterior al curetaje quirúrgico y de la extirpación del secuestro óseo (Tomado de Sayegh *et al.*, 2019).

Los injertos óseos de hueso esponjoso se han utilizado para aumentar la reparación ósea y acelerar la reparación de fracturas infectadas. Los injertos óseos autógenos en el tratamiento de la osteomielitis proporcionan potencial osteogénico y brinda estabilidad al hueso, especialmente en caso de una fractura, el injerto óseo comienza a formar hueso nuevo cuando se implanta en el hueso desbridado (Goodrich and Nixon, 2004). En casos donde la fractura es imposible de estabilizar con fijación interna, fijación externa o ambas, la eutanasia puede ser la única alternativa, ya que es poco probable que la infección se resuelva (Kawcak and Baxter, 2020).

El tratamiento exitoso de la osteomielitis en caballos se ha incrementado mediante el uso de polimetilmetacrilato impregnado de antibiótico, produce una alta concentración local de antimicrobiano durante un período prolongado. Se puede colocar localmente en una herida, alrededor de la fractura, adyacente a un implante, o en un sitio de la infección (Goodrich and Nixon, 2004; Kawcak and Baxter, 2020)

La perfusión regional de los miembros para tratar la osteomielitis utiliza un circuito extracorpóreo para administrar antibiótico, como una arteria o vena aislada que irrigan un área de tejido específico. La perfusión intraósea utiliza el espacio medular en el hueso, se realiza mediante un tornillo para hueso (Baxter 1996; Goodrich, 2004). Las venas al tener un acceso más sencillo y ser menos invasivo que un dispositivo intramedular, la perfusión regional se utiliza más comúnmente que la ruta intramedular (Holcombe *et al.*, 1997; Goodrich and Nixon, 2004; Kawcak and Baxter, 2020).

Pronóstico

El pronóstico depende del origen de la osteomielitis, en caso de los potros con osteomielitis hematógena es desfavorable (Hardy, 2006). Sin embargo, si el sitio de la osteomielitis puede desbridarse completamente, la infección generalmente puede resolverse. El pronóstico de la osteomielitis traumática también es reservado dependiendo de la duración y la gravedad de la infección. El pronóstico en casos de osteomielitis después de la fijación interna de una fractura es desfavorable, incluso para la vida del paciente, especialmente en los caballos adultos. Sin embargo, hay

poca información objetiva disponible sobre el éxito del tratamiento de la osteomielitis en caballos, y las estimaciones deben hacerse en relación con las características específicas de cada caso (Baxter, 1996).

5.17 Osteopatía hipertrófica

La osteopatía hipertrófica, también es conocida como enfermedad de Marie, es un síndrome poco conocido que se caracteriza por la proliferación simétrica de tejido conectivo y hueso subperióstico a lo largo de la diáfisis de los huesos de los miembros (Mair *et al.*, 1996; Mair and Tucker, 2004; Schleining and Voss, 2004; Dyson, 2011; Kawcak and Baxter, 2020). La enfermedad ha sido reconocida en varias especies, pero, se informa con mayor frecuencia en el hombre y el perro, es rara en el caballo. En el caballo los huesos metacarpianos y metatarsianos son los más afectados, pero las lesiones también pueden surgir en otras partes, incluidas las falanges, el radio, el carpo, la tibia y el tarso. En una minoría de casos, los huesos del cráneo se ven afectados (Mair *et al.*, 1996; Mair and Tucker, 2004; Kawcak and Baxter, 2020).

Etiopatogenia y epidemiología

La osteopatía hipertrófica generalmente se asocia con una lesión pulmonar o intratorácica, como: una neoplasia, un absceso, tuberculosis, costillas fracturadas con adherencias pleurales, etc. (Leach and Pool, 1992; Mair and Tucker, 2004; Kawcak and Baxter, 2020). Por esta razón, antes se conocía como osteopatía pulmonar hipertrófica, sin embargo, la afección puede surgir en asociación con enfermedades extratorácicas y, por lo tanto, el término osteopatía hipertrófica se considera más apropiado (Mair and Tucker, 2004; Kawcak and Baxter, 2020). Se ha asociado con trastornos intraabdominales, como, neoplasia en los ovarios (McLennan and Kelly, 1977; Kolk *et al.*, 1998) y carcinoma de células escamosas gástrico (Schleining and Voss, 2004). Además se han descrito casos en los que no se identificó ninguna enfermedad subyacente y también se reportó como resultado de la gestación (Mair and Tucker, 2004). Mair *et al.* (1996) reportaron que de 42

casos 30 se asociaron con enfermedad intratorácica identificable, la mayoría de las enfermedades intratorácicas son poco frecuentes; la osteopatía hipertrófica se considera una complicación muy rara de estas enfermedades. Aunque esta patología es poco común, para confirmar la presencia de osteopatía hipertrófica en un caballo, se debe realizar una evaluación para descartar o confirmar la existencia de una enfermedad subyacente grave intra o extratorácica (Mair and Tucker, 2004).

Los dos mecanismos más comunes para el desarrollo de la enfermedad se clasifican en neurogénicos y humorales. La teoría neurogénica se basa en la aparente estimulación del nervio vago que produce una alteración de la vasculatura y el periostio de los huesos a través de una vía eferente desconocida (Kawcak and Baxter, 2020). El apoyo a esta teoría se basa en el hecho de que en perros y humanos, las lesiones de osteopatía hipertrófica pueden desaparecer después de la vagotomía. También puede existir un mecanismo humoral, ya que se ha demostrado que la osteopatía hipertrófica en humanos se desarrolla al aumentar la excreción urinaria de estrógenos (Leach and Pool, 1992; Kawcak and Baxter, 2020).

Los caballos son los más predispuestos a sufrir osteopatía hipertrófica, más del 60% de los casos reportados son sementales o machos castrados, de un amplio rango de edad que va de 1 a 21 años (Mair and Tucker, 2004). Además la osteopatía hipertrófica es más común en razas pesadas (Mair et al. 1996). Los miembros torácicos son los más afectados, aunque también pueden estar implicados los miembros pélvicos (Mair and Tucker, 2004).

Diagnóstico

Signos clínicos

Los signos clínicos incluyen aumento de volumen de los miembros, que incluye el edema de tejidos blandos y hueso de neoformación. El aumento de volumen suele estar presente de forma bilateral y simétrica, a la palpación puede o no haber dolor. El aumento de volumen de los miembros se asocia con la claudicación o rigidez, algunos caballos se resisten a moverse (Mair *et al.*, 1996; Mair and Tucker, 2004; Dyson, 2011; Kawcak and Baxter, 2020) y puede haber dolor al flexionar las

articulaciones. Otros signos reportados incluyen letargo, ausencia de la reacción a estímulos, fiebre, edema ventral y pérdida de peso (Mair *et al.*, 1996; Mair and Tucker, 2004). Además si presenta una patología torácica puede presentar signos pulmonares como tos, taquipnea, secreción nasal, entre otros (Kawcak and Baxter, 2020). En muchos casos, el deterioro clínico eventualmente requerirá la eutanasia, pero el curso de la enfermedad es variable (de semanas a meses) y depende en cierta medida de la naturaleza de la enfermedad subyacente (Mair *et al.*, 1996; Mair and Tucker, 2004).

Imagenología

Los hallazgos radiográficos incluyen la formación perióstica proliferativa de hueso de neoformación en la diáfisis y metáfisis de los huesos afectados. El hueso nuevo perióstico tiene un contorno irregular (Figura 193 y 194) (Leach and Pool, 1992; Mair *et al.*, 1996; Mair and Tucker, 2004; Dyson, 2011; Kawcak and Baxter, 2020). Las superficies articulares no se ven afectadas, aunque el hueso nuevo perióstico se extiende con frecuencia a las uniones condrosinoviales (Mair *et al.*, 1996; Mair and Tucker, 2004). La tomografía computarizada muestra la reacción perióstica del hueso (Figura 195) (Mair and Tucker, 2004).

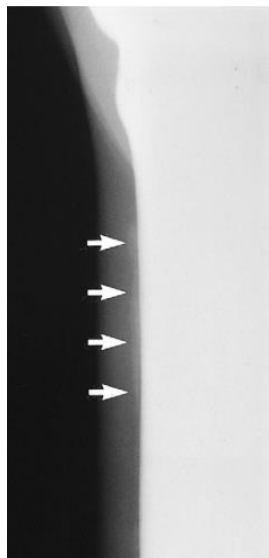


Figura 193. Toma dorsolateral palmaromedial de la región metacarpiana proximal utilizando factores de exposición para evidenciar el hueso de neoformación (flechas), típico de osteopatía hipertrófica de un semental que tenía tuberculosis aviar (Tomado de Dyson, 2011).



Figura 194. **A)** Toma lateromedial y **B)** Dorsopalmar de un caballo con osteopatía hipertrófica, se puede observar el hueso de neoformación en el aspecto distal del tercer metacarpiano y de la primera falange (Tomado de Kawcak and Baxter, 2020).

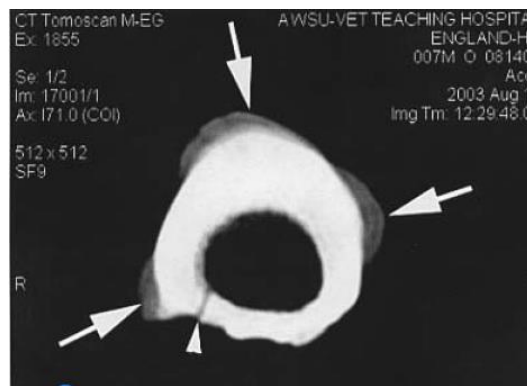


Figura 195. Tomografía computarizada transversal del aspecto proximal del tercer hueso metacarpiano de un caballo con osteopatía hipertrófica, las flechas señalan la reacción perióstica y la punta de flecha señala un artefacto *post mortem* (Tomado de Mair and Tucker, 2004).

Las pruebas de diagnóstico adicionales deben incluir radiografía torácica y ecocardiografía, examen de un aspirado traqueal, líquido peritoneal, y pruebas de bioquímica clínica y hematológica de rutina (Dyson, 2011). En algunos casos se registra leucocitosis, neutrofilia e hiperfibrinogenemia, aumento de los niveles séricos de fosfatasa alcalina, atribuible al aumento de la actividad osteoblástica (Mair and Tucker, 2004).

Tratamiento

El intento de tratamiento de la osteopatía hipertrófica depende de la patología asociada. Se ha observado una regresión parcial o completa de la proliferación perióstica de osteopatía hipertrófica en algunos caballos después del tratamiento de la enfermedad subyacente (Mair and Tucker, 2004).

Si la causa principal de la osteopatía puede identificarse y tratarse con éxito, las lesiones óseas se resolverán espontáneamente. El hueso nuevo se vuelve progresivamente más radiopaco y gradualmente se modela para restaurar un contorno más normal. En ocasiones, las lesiones se han resuelto espontáneamente después del tratamiento con fenilbutazona (Mair *et al.*, 1996; Dyson, 2011). La recuperación se caracteriza por una disminución del volumen de los miembros y de la claudicación asociada. Pero, en algunos casos pueden permanecer algunos agrandamientos óseos, y parecen no tener efectos funcionales y los caballos pueden volver a su función zootécnica (Mair and Tucker, 2004).

Kolk *et al.*, (1998) reportaron la regresión completa de la proliferación perióstica en una yegua después de la extirpación del carcinoma de ovario, posteriormente fue sometida a eutanasia por metástasis abdominal, pero no reaparecieron signos de osteopatía hipertrófica. Chaffin *et al.* (1990) informaron una mejoría de los signos de osteopatía hipertrófica después del drenaje y tratamiento para un absceso torácico, la proliferación perióstica estuvo completamente ausente 30 días después del tratamiento. La resolución de la osteopatía hipertrófica también se menciona posterior al tratamiento de tuberculosis aviar pulmonar y de bronconeumonía crónica (Mair *et al.* 1996). Se reportó la regresión espontánea en una yegua después del parto, aunque, la condición se repitió durante 2 gestaciones sucesivas. En algunos casos idiopáticos, donde no se puede identificar un proceso patológico subyacente, la proliferación perióstica puede retroceder con el tiempo (Mair and Tucker, 2004).

Pronóstico

El pronóstico de osteopatía hipertrófica es reservado, ya que en la mayoría de casos depende de la patología primaria.

6 Patologías de tejidos blandos de la región metacarpiana y metatarsiana

6.1 Desmitis del Ligamento Suspensor

La inflamación del LSM, es una lesión común que causa claudicación en el caballo deportivo, especialmente en caballos de adiestramiento, carreras, trotones y de salto. Para su estudio el LSM se divide en tres áreas: porción proximal, el cuerpo y las ramas (Carmona *et al.*, 2011, Baxter, 2011; Guerra, 2015; Peters, 2015; Ortved and Bertone, 2020).

La desmitis genera disminución del desempeño deportivo del equino (Reynolds, 2000; Gibson and Steel, 2010). La principal función del LSM es prevenir la hiperextensión de la articulación metacarpo/metatarsofalángica durante la fase de apoyo en el paso (Dyson, 2000; López, 2017).

6.2 Desmitis proximal del ligamento suspensor del menudillo

La desmitis proximal del ligamento suspensor del menudillo (DPLSM) es la inflamación de la porción proximal del LSM, que corresponde al aspecto palmar o plantar proximal de la región metacarpiana o metatarsiana (Higgins and Snyder, 2006; Dyson, 2007). Esta porción incluye al origen del ligamento, por lo que la desmitis puede implicar el desgarro de las fibras de Sharpey en el origen del LSM o estar asociada con una fractura por avulsión (Ortved and Bertone, 2020).

Etiopatogenia y epidemiología.

La DPLSM es la lesión más común de los tejidos blandos en los miembros, comprende el 30% aproximadamente de las lesiones de tendones y ligamentos y el 60% de las lesiones de tejidos blandos que se localizan en la región metacarpiana/metatarsiana proximal (Dyson, 1992; Argüelles, 2008; Ortved and Bertone, 2020). Se presenta con mayor frecuencia en caballos deportistas, en

especial en caballos de adiestramiento, salto, de doma y de carreras entre los 4 y 10 años de edad (Ramés, 2014; Guerra; 2015; López, 2017). Los miembros pélvicos son afectados con mayor frecuencia que los torácicos (Dyson, 1995; Dyson, 2007; Baxter, 2011; Ross and Dyson, 2011; Peters, 2015; Ortvad and Bertone, 2020).

La etiología exacta es desconocida, pero se han propuesto varias causas y factores predisponentes: puede ser por la degeneración del ligamento y/o tensión excesiva que se produce con la hiperextensión de la articulación del menudillo, o lo anterior aunado con la hiperextensión del carpo/tarso (Carmona and López, 2011; Mair *et al.*, 2013; Ortvad and Bertone, 2020), una conformación de corvejón recto, cuartillas largas y desbalances en el eje podofalángico (Dyson, 2007; Guerra, 2015). Trabajar caballos en arenas suaves y profundas puede aumentar el riesgo de lesiones (Baxter, 2011; Ortvad and Bertone, 2020).

La DPLSM en el miembro pélvico puede ocurrir en caballos en todas las disciplinas, pero es un problema particular en los caballos de adiestramiento (Dyson, 2007). En caballos trotones es una causa importante de claudicación y es una limitante en su carrera deportiva (Ross and Dyson, 2011).

Diagnóstico

El diagnóstico preciso se basa en los signos clínicos, la anestesia perineural, ecografía, radiografía, en lesiones agudas puede ser útil la gammagrafía, y en algunos casos la resonancia magnética y tomografía computarizada (Higgins and Snyder, 2006; Dyson, 2007; Gibson and Steel, 2010; Peters, 2015).

Signos clínicos

A la palpación, la DPLSM aguda se puede sentir aumento de temperatura y de volumen, al aplicar presión el caballo presenta de dolor, edema en el lado medial entre el LSM y el TFDP y muy rara vez la vena palmar/plantar medial se encuentra distendida (Higgins and Snyder, 2006; Dyson, 2007; Ross and Dyson, 2010; Mair *et al.*, 2013; Baxter, 2011; Ortvad and Bertone, 2020), pero la mayoría de las veces no se observan estos signos (Ramés, 2014; López, 2017). En casos crónicos e

intermitentes, los signos clínicos son menos obvios o pueden no estar presentes para ayudar al diagnóstico (Ross and Dyson, 2011; Orved and Bertone, 2020).

Los caballos tienen antecedentes de claudicación intermitente de varios días o semanas que se agrava por la reanudación del ejercicio, es de leve a moderada de 1-2/5 al trote y puede ser más obvia cuando el caballo trota en círculos en un terreno blando, con el miembro afectado al exterior del círculo (Higgins and Snyder, 2006; Orved and Bertone, 2020), en algunos casos la claudicación se exacerba con el miembro afectado en el interior del círculo o cuando se monta (Dyson, 2007; Peters, 2015). Además se puede observar una reducción en el arco del vuelo y en la extensión de la articulación del menudillo, la fase craneal puede estar disminuida y la claudicación se incrementa con las pruebas de flexión (Ramés, 2014; López, 2017). En algunos casos la presión digital en el aspecto proximal del LSM puede exacerbar la claudicación (Higgins and Snyder, 2006; Ross and Dyson, 2010; Baxter, 2011). En casos de DPLSM crónica, la claudicación puede ser persistente y rara vez es grave, a menos que la lesión sea extensa (Ross and Dyson, 2011).

En el miembro pélvico la claudicación al inicio puede ser repentina o engañosa, puede ir de leve a grave y puede ser unilateral pero, se reporta que puede afectar a ambos miembros posteriores de un 20 hasta un 56% de los casos (Guerra, 2015); la flexión del corvejón puede agravar la claudicación en el 85% de los caballos (Dyson, 1995); en ocasiones se puede ver mejor cuando el caballo trota en círculos con el miembro más afectado en la parte externa (Gibson, 2010; Peters, 2015). En algunos casos en lugar de observar una claudicación, el rendimiento de los caballos puede ser deficiente, por lo que las quejas incluyen una pérdida de fuerza del tren posterior, rigidez, falta de potencia al saltar, se rehúsa a saltar, dificultad en la realización de movimientos específicos de adiestramiento y comportamiento evasivo. Aunque la claudicación puede ser sutil, puede tener un efecto notable en el equilibrio del caballo, la calidad de los aires y el movimiento de la espalda (Dyson, 2007, Baxter, 2011; Ross and Dyson, 2011). La DPLSM en el miembro pélvico también puede provocar rigidez en la espalda, que puede resolverse cuando se

elimina el dolor del ligamento y algunos caballos desarrollan problemas secundarios asociados con la articulación sacroilíaca o la región toracolumbar (Dyson, 2007).

Analgesia perineural

La DPLSM es difícil de diagnosticar con precisión y requiere una combinación de analgesia e imagenología diagnóstica (Ortved and Bertone, 2020), la interpretación de la analgesia perineural puede complicarse por la difusión y la analgesia sinovial (Mair *et al.*, 2013; Hinnigan; 2014).

La anestesia de la rama profunda del nervio palmar/plantar lateral (RPNPal/RPNPL) anula la claudicación asociada con la porción proximal del LSM (Mair *et al.*, 2013; Hinnigan; 2014). Esta parece ser la más específica, ya que reduce el riesgo de difusión y la interferencia con la realización posterior del ultrasonido. En el miembro torácico y pélvico con este bloqueo se esperaría una mejoría de la claudicación en un 85% (Hinnigan *et al.*, 2014; Ramés, 2014; López, 2017).

La anestesia mediante la infiltración del anestésico en el origen del LSM o los nervios palmares/plantares lateral y medial en un bloqueo volar alto cuatro puntos también puede utilizarse, pero puede producirse difusión del anestésico o penetrar inadvertidamente la articulación intercarpiana o la vaina carpiana en el miembro torácico y de la articulación tarsometatarsiana o de la vaina tarsiana en el miembro pélvico (Nagy *et al.*, 2012; Ortved and Bertone, 2020).

El LSM en el miembro torácico también recibe inervación del nervio mediano y cubital, por lo que en una minoría de caballos es necesario anestesiarse el nervio cubital para mejorar la claudicación (Ross and Dyson, 2011; Ortved and Bertone, 2020). Y en pocos caballos se requiere la analgesia de ambos nervios, el mediano y cubital para eliminar completamente la claudicación (Ross and Dyson, 2011).

En el miembro pélvico también se puede anestesiarse la articulación tarsometatarsiana ya que influye en el dolor de la porción proximal del LSM (Dyson, 1995; Ross and Dyson, 2010; Ortved and Bertone, 2020). Dyson (2007) para descartar entre dolor tarsal y la DPLSM, recomienda realizar la anestesia de la

articulación tarsometatarsiana, un bloqueo volar alto, y la analgesia del nervio tibial, esta última por tener muy buen efecto sobre el LSM pero no sobre dolor tarsal, sin embargo tiene un tiempo de espera de 20 minutos tras la aplicación del anestésico debido a la longitud del nervio.

Por último se debe tener cuidado cuando se realiza un bloqueo volar bajo cuatro puntos, ya que puede causar mejoría parcial de la claudicación asociada con la DPLSM debido a la difusión proximal del anestésico (Nagy *et al.*, 2010).

Imagenología

Al ultrasonido, las lesiones por DPLSM a menudo son sutiles y difíciles de detectar, especialmente por la interferencia de los pequeños metacarpianos o metatarsianos (especialmente en el miembro pélvico), las estructuras superpuestas y la presencia de tejido muscular en el ligamento (Ortved and Bertone, 2020). El miembro debe evaluarse en plano transversal y longitudinal (Figura 196), se debe realizar una comparación cuidadosa con la extremidad contralateral (Figura 197), aunque en varios casos la DPLSM puede ser bilateral en un 18% de los casos (Dyson, 1992), además hacer las mediciones del área en corte transversal, especialmente en caballos con DPLSM aguda, debido a que el aumento de tamaño del ligamento puede ser la única anomalía ultrasonográfica detectable (Ross and Dyson, 2011). Los hallazgos al ultrasonido incluyen hipoecogenicidad (Figura 196 y 197) en áreas centrales o periféricas, aumento de volumen, mala definición de los márgenes, áreas hiperecogénicas e irregularidad en la corteza palmar/plantar metacarpiana/metatarsiana por la formación de enteseofitos, es raro observar zonas anecoicas, irregularidad en el patrón de la fibra; en un caso crónico: fibrosis focal, mineralización y ecogenicidad aumentada (Ross and Dyson, 2010; Baxter, 2011; Mair, *et al.* 2013; Ortved and Bertone, 2020). A pesar de que el ultrasonido es la herramienta de imagen más utilizada, la ausencia de anomalías al ultrasonido no necesariamente descarta un problema por lo que la resonancia magnética se considera en caballos con claudicación localizada en la porción proximal del LSM pero sin hallazgos al ultrasonido (Dyson, 1994; Brokken *et al.*, 2007).

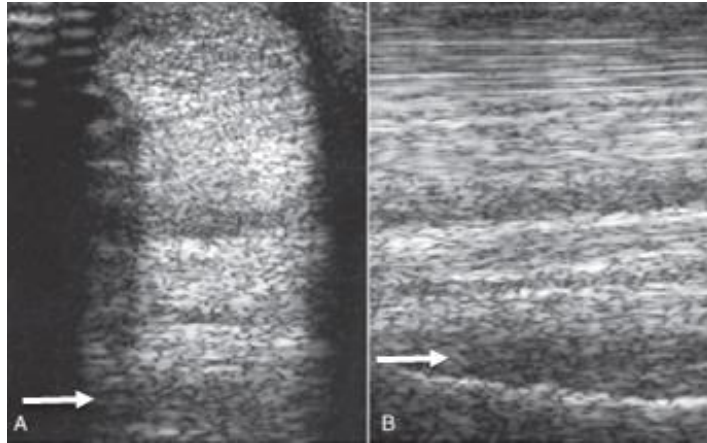


Figura 196. **A)** Ecografía transversal de la región metacarpiana proximal del miembro anterior de un caballo de salto, que había desarrollado claudicación severa aguda inmediatamente después de un concurso de salto 2 semanas antes. La flecha señala la mitad dorsal del LSM es difusamente hipoeicoica. **B)** Ecografía longitudinal de la región metacarpiana proximal del mismo caballo, la flecha señala la parte dorsal del ligamento que es difusamente hipoeicoico (Tomada de Ross and Dyson, 2011).

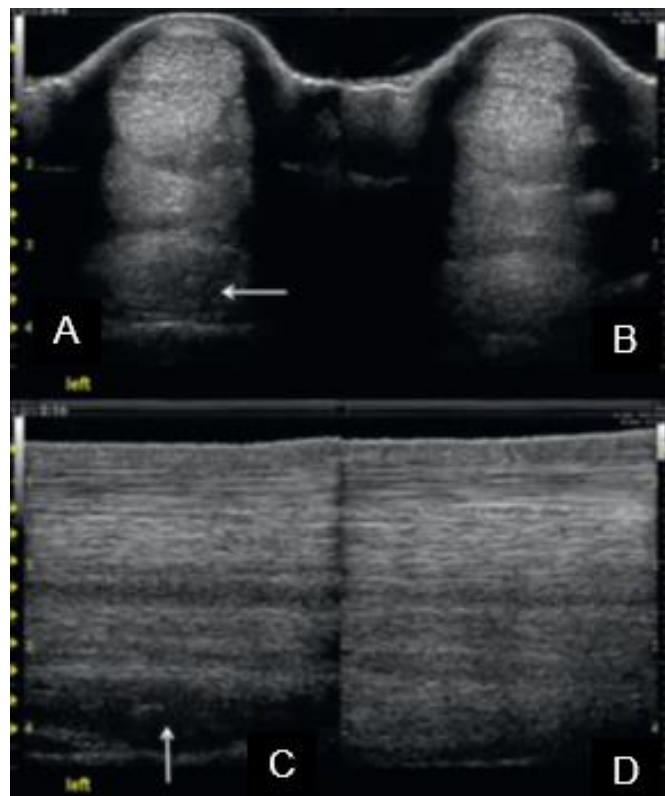


Figura 197. Ecografías transversales (**A** y **B**) y longitudinales (**C** y **D**) de un caballo con DPLSM, las flechas marcan la zona hipoeicoica en la porción proximal del LSM

del miembro torácico izquierdo, visible en la toma transversal y longitudinal, que no está presente en las imágenes de la derecha que corresponden al miembro torácico derecho (Tomado de Mair *et al.*, 2013).

En la evaluación radiográfica los hallazgos incluyen zonas de esclerosis del aspecto proximal del tercer hueso metacarpiano/tarsiano (Figura 198), lisis trabecular, o formación de enteseofitos. Aunque en la mayoría de los caballos no se observan cambios radiográficos especialmente en casos agudos, en casos crónicos se puede observar un área generalizada de opacidad aumentada en la porción proximal del tercer metacarpiano/metatarsiano en la toma dorso palmar/plantar (Figura 199B) (Dyson, 1995; Baxter, 2011; Ross and Dyson, 2011; Muir *et al.*, 2013; Ramés, 2014; Guerra, 2015; López, 2017; Ortvad and Bertone, 2020). Por último se debe inspeccionar el carpo/tarso y la parte proximal del metacarpo/metatarso para excluir la posibilidad de osteoartritis de la articulación carpometacarpiana o tarsometatarsiana y/o una fractura por avulsión del LSM (Figura 199A) (Higgins and Snyder, 2006).

La gammagrafía puede ayudar al diagnóstico de DPLSM especialmente en casos agudos, cuando aún no hay cambios al ultrasonido ni a la radiografía, debido al incremento de la captación radiofarmacéutica por la hipertermia secundaria a la inflamación que causa la DPLSM (Figura 200) (Ross and Dyson, 2011; Ortvad and Dyson, 2020).



Figura 198. Toma radiográfica de la región metacarpiana proximal, la flecha señala la esclerosis ligera que orienta el diagnóstico a una DPLSM (Tomado de Ortved and Bertone, 2020).



Figura 199. **A)** Toma radiográfica dorsopalmar de la región metacarpiana proximal, las flechas señalan una fractura por avulsión que involucra solo la cabeza medial del LSM (Tomada de O'Brien, 2005). **B)** Toma radiográfica lateromedial del miembro pélvico de un caballo de adiestramiento de 7 años con DPLSM crónica, el aspecto proximoplantar del tercer hueso metatarsiano señalado con las flechas ha aumentado la radiopacidad (Tomado de Ross and Dyson, 2011).

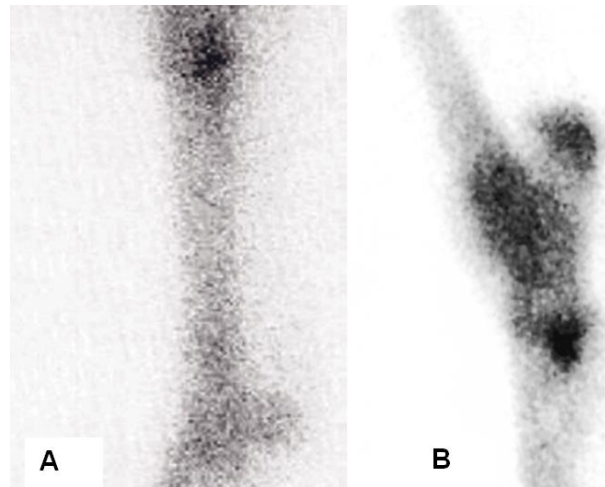


Figura 200. **A)** Gammagrafía lateral donde se puede identificar el aumento de la captación del radiofármaco en el aspecto proximal del tercer metacarpiano asociado a DPLSM (Tomada de Baxter, 2011). **B)** Gammagrafía lateral del miembro pélvico izquierdo de un caballo de salto de 9 años de edad con DPLSM, se observa una marcada mayor captación del radiofármaco focal en el aspecto proximoplantar del tercer hueso metatarsiano (Tomada de Ross and Dyson, 2011).

La resonancia magnética tiene una excelente resolución de contraste y detalle anatómico, por lo que se considera ideal para el diagnóstico de DPLSM (Ramés, 2014; Guerra, 2015; López, 2017). Las anomalías consisten en hiperintensidades de señal dentro de la sustancia del ligamento, identificado adherencias del ligamento con los huesos rudimentarios (Figura 201), contorno irregular o lisis focal de la corteza palmar/plantar, engrosamiento trabecular, esclerosis y edema óseo. La sensibilidad y la especificidad de la ecografía son pobres en comparación con la resonancia magnética, especialmente en DPLSM en las extremidades posteriores (Mair *et al.*, 2013).

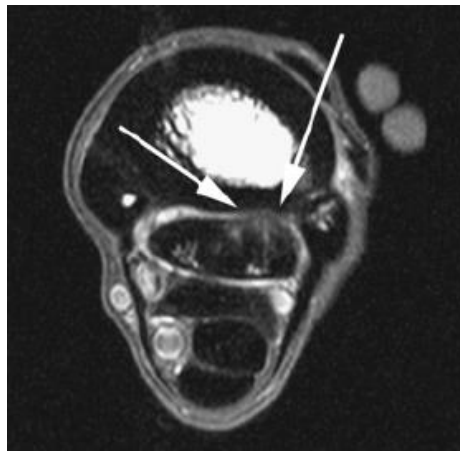


Figura 201. Resonancia magnética transversal, las flechas señalan la interrupción y aumento de la intensidad de la señal en la cara proximal del ligamento suspensorio cerca de su unión al tercer hueso metacarpiano (Tomado de Brokken *et al.*, 2007).

La tomografía computarizada con o sin contraste también puede ser útil para el diagnóstico de desmitis proximal y observar la posible reacción ósea (Figura 202) (Ross and Dyson, 2011; Ortvad and Bertone, 2020).

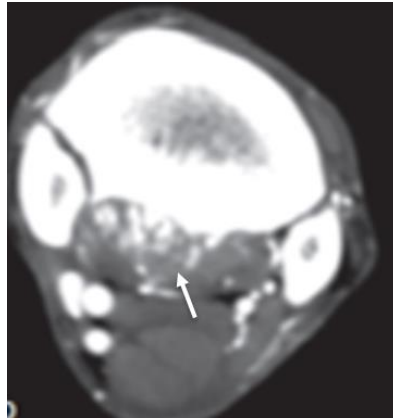
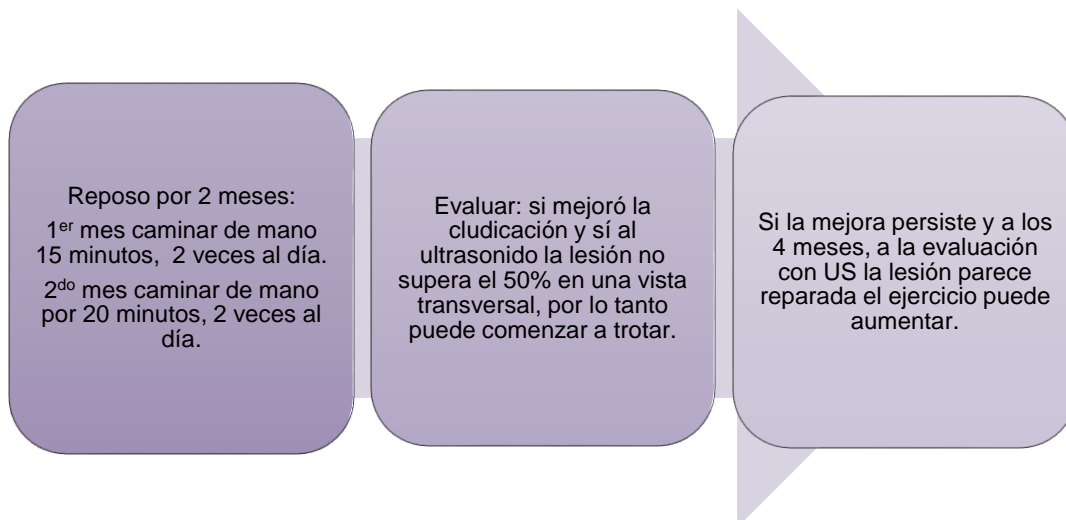


Figura 202. TC transversal de la región metacarpiana proximal en un caballo con desmitis proximal del LSM. La flecha señala las áreas hipodensas en el LSM, tendones flexores y el ligamento accesorio del TFDP presentan una densidad uniforme (Modificado de Puchalski, 2011).

Tratamiento

El tratamiento es muy variable, puede ir desde el descanso hasta por un año y un programa de ejercicio controlado (Cuadro 4) (Mair *et al.*, 2013; López, 2017; Ortved and Bertone, 2020). El tratamiento médico inmediato incluye antiinflamatorios, hidroterapia y vendaje para reducir la inflamación y para brindar soporte al menudillo (Baxter, 2011; Ross and Dyson, 2011; Ortved and Bertone, 2020).



Cuadro 4. Programa de ejercicio controlado al observar una lesión al ultrasonido que indique una DPLSM, el tiempo total de reparación es de 8 meses y es posible que no sea posible volver al rendimiento anterior durante 1 año; se puede requerir un periodo de descanso más prolongado si el dolor regresa después de que ha comenzado el ejercicio (Fuente: propia).

También se indica balancear el casco, con herraje correctivo como un herraje de huevo (Dyson, 2007; López, 2017) o bien en una base ancha sobre el borde de la pinza, con ramas delgadas y biseladas para favorecer el hundimiento del talón, con ello disminuir la carga y tensión del LSM (Ross and Dyson, 2011).

Las terapias de medicina regenerativa consisten en la infiltración intralesional guiada por ultrasonido de concentrado de médula ósea, células madre mesenquimales y plasma rico en plaquetas (PRP) (Romagnoli *et al.*, 2014; Giunta *et al.*, 2019) concentrado de médula ósea (Figura 203) han demostrado su eficiencia (Ortved and Bertone, 2020). Argüelles *et al.* (2008) utilizó un concentrado de plaquetas en 3 caballos con DPLSM crónica, al finalizar el tratamiento no se mostró una mejora al ultrasonido, sin embargo, mejoraron clínicamente, disminuyó la claudicación y todos volvieron a su nivel de rendimiento previo 6 meses después de la finalización del tratamiento. Romagnoli *et al.* (2014) informó que de 16 de 20 caballos con DPLSM volvieron a su actividad en un período de 12 a 24 semanas después de la última infiltración intralesional de PRP, por lo que concluye que el PRP ayuda a la reparación y reduce la recurrencia en la DPLSM aguda.

Además de la infiltración intralesional de medicamentos como los glicosaminoglicanos polisulfatados y el ácido hialurónico. El uso de corticoides directo a la región afectada está contraindicado ya que se ha encontrado que genera necrosis o mineralización del tejido (Schultz, 2004; Ortved and Bertone, 2020).

El uso de terapias físicas como el empleo del ultrasonido terapéutico (Carrozzo *et al.*, 2019), la terapia de láser, ondas de choque (Lischer *et al.*, 2006; Imboden *et al.*, 2009; Giunta *et al.*, 2019) y terapias de rehabilitación física con ejercicios controlados además de hidroterapia, o combinaciones entre éstas y las terapias celulares, también han sido utilizados para tratar la DPLSM (Baxter, 2011; Carmona *et al.*, 2011; Ross and Dyson, 2011; Mair *et al.*, 2013). Lischer *et al.* (2006) reportó que de los 34 casos con DPLSM en los miembros pélvicos tratados con terapia de ondas de choque el 61,8% regresó a su entrenamiento completo seis meses después del diagnóstico. Carrozzo *et al.* (2019) indicó una tasa de éxito del 87% en

caballos tratados con ultrasonido terapéutico, descanso y un programa de ejercicio controlado. Giunta *et al.* (2019) reportó que a un año del tratamiento de los caballos con hallazgos menos graves al ultrasonido de DPLSM parecieron responder mejor al tratamiento de ondas de choque, mientras que los caballos con cambios más graves al ultrasonido respondieron mejor al tratamiento con PRP.

El uso de glicosaminoglicanos orales, glicosaminoglicanos polisulfatados sistémicos y el ácido hialurónico sistémico puede ser beneficioso, aunque no está comprobado (Ortved and Bertone, 2020).

En casos crónicos o cuando el tratamiento médico y el descanso no ha dado buen resultado se puede considerar la opción quirúrgica, se ha descrito la desmoplastía con fasciotomía y la neurectomía de la rama profunda del nervio palmar/plantar lateral.

La desmoplastía con fasciotomía tiene un éxito de 85% ya que descomprime al LSM favoreciendo su movilidad y la de los tendones flexores y promueve la angiogénesis (Hewes and White, 2006).

La neurectomía de la rama profunda del nervio plantar lateral junto con la fasciotomía concurrente tiene un éxito reportado del 77.8%, sin embargo los caballos con conformación de corvejón recto y/o con hiperextensión del menudillo continuaron con la claudicación y caballos con osteoartritis concurrente de las articulaciones distales del tarso desarrollan más complicaciones después de la cirugía (Dyson and Murray, 2011). Sin embargo, la cirugía es muy útil en caballos con daño por compresión del nervio plantar lateral lo que puede estar causando una claudicación persistente (Tóth *et al.*, 2008).

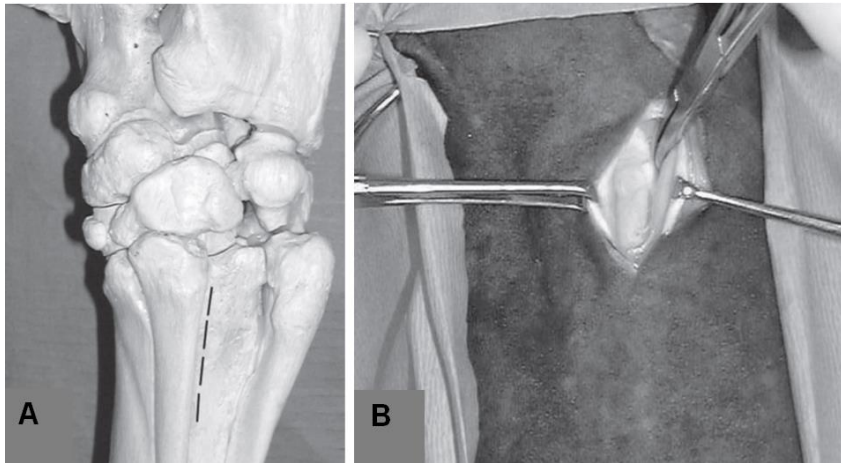


Figura 203. **A)** Espécimen anatómico y un espécimen de cadáver (**B)** que muestran la ubicación y el abordaje para la inyección de médula ósea y la fasciotomía utilizada en el manejo de caballos con desmitis proximal y corporal del ligamento suspensor del menudillo; la fascia metatarsiana densa se retrae, exponiendo el origen del LSM (Tomada de Ross and Dyson, 2011).

Pronóstico

El pronóstico de DPLSM en miembros torácicos es de favorable a reservado ya que se acerca al 90% para el regreso al trabajo completo después de 3 a 6 meses de descanso y ejercicio controlado (Ortved and Bertone, 2020). En los miembros pélvicos es de reservado a desfavorable con un 14%, pero puede variar debido a estar relacionado con el mayor rango y tendencia a lesiones graves; a pesar de varios tratamientos algunos caballos no resuelven la claudicación, sumado esto existe un alto índice de reincidencia en esta lesión debido a que no tienen un periodo adecuado de descanso, por una conformación no deseada (corvejones rectos e hiperextensión de la articulación del menudillo), por neuropatía degenerativa de la rama profunda del nervio plantar lateral (posible responsable del dolor neurogénico persistente, incluso después de la reparación del LSM) y síndrome compartimental (Dyson, 1995; Ross and Dyson, 2011; Baxter, 2011; Mair *et al.*, 2013; Ortved and Bertone, 2020).

La recurrencia de DPLSM también se relaciona con la función zootécnica, en un estudio los caballos de doma y de salto tuvieron un índice de recurrencia de 37 y 46%, respectivamente, en comparación con los caballos de carreras que fue un 27% (Dyson *et al.*, 1995).

El pronóstico también se reduce cuando la DPLSM se asocia a otras lesiones como tendinitis del TFDS o del TFDP o desmitis del ligamento accesorio del TFDP (Ortved and Bertone, 2020).

La neurectomía de la rama profunda del nervio plantar lateral resultó en un retorno del 80% a la función zootécnica de los caballos (Tóth *et al.*, 2008). En caballos con DPLSM y con conformación de corvejón recto y/o hiperextensión de la articulación metatarsofalángica, la neurectomía de la rama profunda del nervio plantar lateral no brindó efectos positivos (Dyson and Murray, 2011).

Síndrome compartimental asociado a DPLSM

Los casos de DPLSM en los miembros pélvicos pueden continuar con la claudicación a pesar de los períodos largos de descanso y de la aparente reparación del ligamento, lo anterior se debe al desarrollo del síndrome compartimental que produce neuropatía isquémica por compresión de capilares entre los haces de fibras nerviosas, lo que puede explicar el dolor crónico y la claudicación persistente asociados con la DPLSM (Ortved and Bertone, 2020).

6.3 Desmitis del cuerpo del ligamento suspensor del menudillo

Etiopatogenia y epidemiología

La desmitis que afecta al cuerpo del LSM es la lesión asociada al ejercicio de alta velocidad, por lo que se ven afectados caballos de carreras (McIlwraith 2002), especialmente caballos trotones (Belt *et al.*, 1994) y pura sangre inglés (Higgins and Snyder, 2006; Baxter, 2011; Ross and Dyson, 2011; Mair *et al.*, 2013). En comparación con otros tipos de desmitis del LSM las lesiones del cuerpo se presentan con menor frecuencia (Souza *et al.*, 2010), excepto cuando están asociadas con exostosis del segundo hueso metacarpiano y cuarto metatarsiano o pueden ocurrir o concurrir con la desmitis de una o ambas ramas del LSM (Gibson and Steel, 2006; Higgins and Snyder, 2006; Ross and Dyson, 2011).

Souza (2010) en su estudio menciona que la resistencia a las lesiones del cuerpo puede estar relacionado con su mayor rigidez en comparación con la que posee la porción proximal y las ramas del LSM.

El cuerpo del LSM también suele estar involucrado en casos de desmitis degenerativa la cual se aborda más adelante.

La desmitis del cuerpo del LSM puede producirse en miembros pélvicos como en torácicos; en caballos trotones varias extremidades pueden afectarse al mismo tiempo (Belt *et al.*, 1994; Colbourne and Yovich, 1994; Gibson and Steel, 2010; Ross and Dyson, 2011), mientras que en pura sangre inglés se limitan principalmente a los miembros torácicos (Colbourne and Yovich, 1994; Gibson and Steel, 2010; Ross and Dyson, 2011). Las lesiones en el cuerpo del LSM también pueden ocurrir en caballos deportivos que trabajan en terrenos blandos (Baxter, 2011).

Diagnóstico

Se basa en los signos clínicos y la evaluación al ultrasonido, rara vez se requiere de analgesia perineural a menos que se sospeche de otra causa que contribuya a la claudicación o la recurrencia de una desmitis previa (Ross and Dyson, 2011).

Signos clínicos

Caballos con lesión del cuerpo del LSM en casos agudos suelen presentar signos de inflamación como aumento de temperatura y tamaño, dolor a la palpación en el sitio de la lesión (Gibson and Steel, 2010; Ross and Dyson, 2011), edema periligamentoso, y el ligamento se puede sentir redondeado (Higgins and Snyder, 2006; Ross and Dyson, 2011; Mair *et al.*, 2013). Además puede haber hiperextensión de la articulación del menudillo y en el miembro pélvico se asocia a conformación de corvejón recto (Ross and Dyson, 2011).

La claudicación es variable (Gibson and Steel; 2010; Ross and Dyson, 2011), pero la ausencia no excluye la presencia de desmitis del cuerpo del LSM. En general no hay correlación entre la extensión de la lesión con el grado de claudicación, pero el desempeño puede verse comprometido a pesar de la falta de evidencia de la claudicación (Ross and Dyson, 2011).

Los trotones con desmitis del cuerpo del LSM pueden tolerar la lesión mientras continúan trabajando, aunque el ejercicio continuo puede resultar en lesiones progresivas o lesiones en otras estructuras tendinosas (Ross and Dyson, 2011; Mair *et al.*, 2013).

La analgesia perineural de los nervios metacarpianos/metatarsianos palmares/plantares proximales al sitio de la lesión sospechosa debe eliminar la claudicación asociada (Ross and Dyson, 2011).

Imagenología

El ultrasonido revela la extensión del daño estructural, es importante comparar con el miembro contralateral esto ayuda para saber si la lesión es unilateral o bilateral. Pero se debe tener en cuenta que el cuerpo del LSM de un caballo sano no siempre tiene una ecogenicidad uniforme por la cantidad variable de tejido muscular, esto puede dificultar la detección de lesiones (Hauser *et al.*, 1984; Ross and Dyson, 2011).

Al ultrasonido, las anomalías asociadas con la desmitis activa incluyen: ampliación del cuerpo del ligamento en planos transversal y longitudinal (Figura 204), pérdida de definición de uno o más de los márgenes del ligamento en el cuerpo del ligamento, áreas hipoeoicas focales (Figura 204) periféricas o centrales, que se extienden a una distancia variable proximodistalmente, reducción difusa en la ecogenicidad de una parte o la totalidad del área en corte transversal del ligamento (Gibson and Steel; 2010), los caballos con desmitis crónica se puede observar áreas hiperecoicas focales que representan fibrosis; las áreas hipoeoicas extensas pueden persistir durante mucho tiempo a pesar de la resolución de los signos clínicos en muchos caballos (Ross and Dyson, 2011; Mair *et al.*, 2013).

En caballos trotones, el cuerpo del LSM en corte transversal mide aproximadamente $9 \pm 1-2$ mm (Craychee, 1995). El área en corte transversal del cuerpo del LSM varía de 1,0 a 1,5 cm² en el miembro torácico normal y de 1,20 a 1,75 cm² en el miembro pélvico (Reef, 1998).

Las lesiones hipoeoicas pueden persistir al ultrasonido, a pesar de una mejoría en los signos clínicos y resistencia al ejercicio (Dyson *et al.*, 1995). Algunas otras lesiones hipoeoicas pueden mejorar con el descanso, sin embargo, se recomienda un descanso mínimo de dos meses antes de iniciar un programa de ejercicio controlado; Dyson (1996) recomienda que si una lesión hipoeoica continúa igual durante 3 meses o más, y el caballo ha descansado durante al menos 6 meses, se puede indicar un aumento del nivel de ejercicio.

Muchas lesiones persisten un largo plazo en caballos trotones, en pura sangre inglés, a menudo persiste un defecto, a pesar de un aumento en la ecogenicidad y una reducción en el tamaño del ligamento. Lo anterior puede limitar el valor de las evaluaciones del ultrasonido en serie para determinar cuándo un caballo podría regresar a trabajar, esto puede explicar la alta tasa de recurrencia de lesiones del cuerpo del LSM en trotones y en pura sangre inglés (Dyson, 2007; Baxter, 2011; Ross And Dyson 2011; Mair *et al.*, 2013).

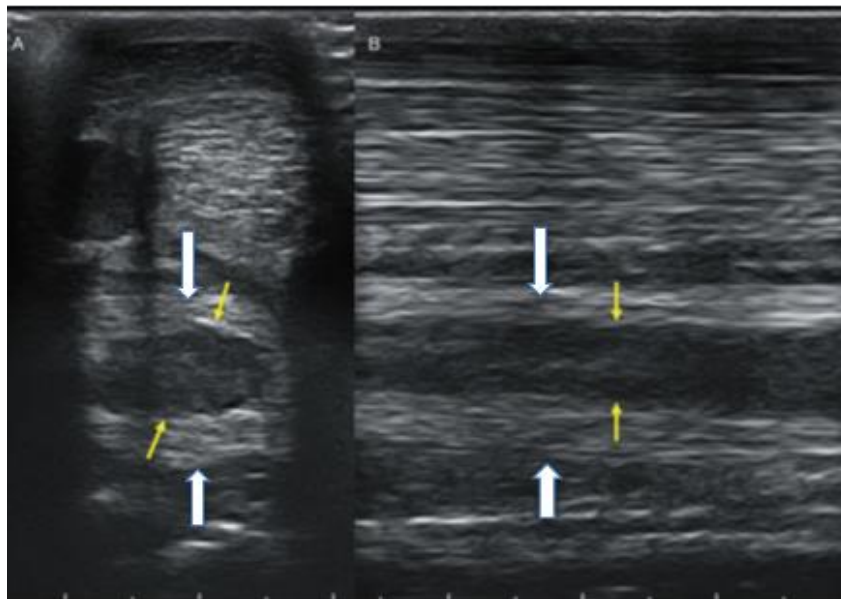


Figura 204. **A)** Ultrasonido en toma transversal y **B)** longitudinal en un caballo con desmitis aguda del cuerpo del LSM en un trotón francés; las flechas delgadas señalan el área hipoeoica que se encuentra en el centro del ligamento y las flechas gruesas indican que el LSM está aumentado de tamaño (Tomado de Smith and Cauvin, 2014).

La extensión de los hallazgos al ultrasonido del cuerpo del LSM no siempre se correlacionan con la gravedad de los signos clínicos, las lesiones pueden extenderse hacia las ramas del LSM, que también deben ser examinadas mediante el ultrasonido, aunque se pueden observar zonas hipoecoicas al inicio de la bifurcación de ligamento y no necesariamente ser una lesión (Figura 205) (Ross and Dyson, 2011).

Debido a que el LSM está íntimamente asociado con los pequeños metacarpianos o metatarsianos, el agrandamiento del ligamento puede causar remodelación ósea o fracturar los extremos distales de uno o ambos huesos (Gibson ad Steel, 2010).

El examen radiológico está indicado si el examen clínico sugiere una fractura de los pequeños metacarpianos/metatarsianos (Gibson ad Steel, 2010; Ross and Dyson, 2011).

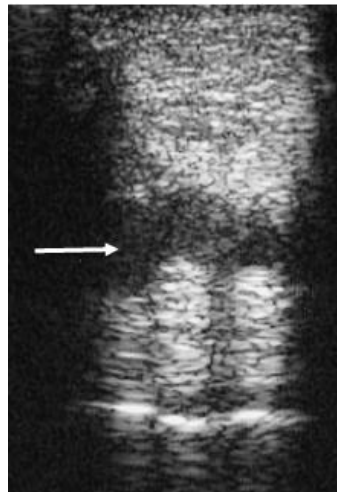


Figura 205. Ecográfica transversal del cuerpo del LSM, del miembro anterior a nivel del inicio de la bifurcación, 18 cm distal al hueso carpiano accesorio; la flecha señala la región central se observa menos ecogénica, y no debe confundirse con una lesión (Tomado de Ross and Dyson, 2011).

Tratamiento

El tratamiento médico tiene como objetivo reducir la inflamación mediante la administración de antiinflamatorios no esteroideos sistémicos y locales, corticosteroides periligamentosos o sistémicos (aunque pueden causar mineralización), hidroterapia, descanso y retorno lento al ejercicio. Algunos clínicos

utilizan la crioterapia para aliviar el dolor, pero existe un riesgo real de deterioro progresivo de la lesión (Ross and Dyson, 2011). También es útil la hidroterapia diaria con botas de hidromasaje, vendaje, masajes con aceites emolientes y sudores (Ross and Dyson, 2011; Mair, *et al.*, 2013).

La aplicación local de diclofenaco en gel solo o en combinación de AINEs sistémicos es útil para la desmitis del cuerpo del LSM (Caldwell *et al.*, 2004).

La aplicación de medicamentos o terapias regenerativas intralesionales como: ácido hialurónico, glicosaminoglicanos polisulfatados, PRP, células madre mesenquimales derivadas de médula ósea están indicadas para desmitis del cuerpo del LSM (Ross and Dyson, 2011; Mair *et al.*, 2013). Un estudio indicó que la infiltración intralesional de aspirado de médula ósea es superior a la infiltración de PRP (Schnabel *et al.*, 2008). La infiltración intralesional de aspirado de médula ósea tuvo un porcentaje de éxito del 69% para caballos trotones y del 71% para caballos pura sangre inglés con desmitis del cuerpo del LSM (Hall *et al.*, 2013). Por otro lado Waselau *et al.* (2008) reportó que después de 32 semanas del tratamiento con PRP y un programa de ejercicio controlado todos los caballos con desmitis en el cuerpo del LSM regresaron a las carreras. En un estudio en donde se indujo desmitis del cuerpo del LSM la terapia de ondas de choque mostró a la evaluación ecográfica un llenado más rápido en las lesiones hipoecoicas (McClure *et al.*, 2004). Por otro lado Caminoto *et al.* (2005) demostró que los ligamentos de miembros pélvicos con desmitis inducida del cuerpo tratados con terapia de ondas de choque extracorporales tenían más fibras de colágeno recién formadas y una mayor expresión del factor de crecimiento transformante β -1 cuatro semanas después de la administración de la última terapia de ondas de choque.

Se recomienda que los caballos pura sangre inglés se retiren del entrenamiento una vez que se haga el diagnóstico, ya que está en riesgo que ocurra una ruptura catastrófica del LSM (Dyson *et al.*, 1995). Algunos caballos trotones pueden continuar trabajando, con ejercicio controlado, tratamiento antiinflamatorio y evaluaciones ultrasonográficas seriadas (Dyson *et al.*, 1995), sin embargo, muchos

de estos caballos se desempeñan a un nivel más bajo que antes de la lesión (Ross and Dyson, 2011).

Si la desmitis está asociada a fracturas del tercio distal de los pequeños metacarpianos/metatarsianos pueden removerse quirúrgicamente; muchos cirujanos remueven el hueso afectado, particularmente si están desplazados para prevenir la irritación continua del ligamento suspensor adyacente. Sin embargo, pocas de estas fracturas sanarán con ejercicio restringido y no sería necesario eliminarlas en todos los casos (Gibson and Steel, 2010), aunque es lo recomendable.

Pronóstico

En general, la desmitis del cuerpo tiene pronóstico favorable para el regreso al trabajo atlético en comparación con la lesión proximal o en las ramas del LSM (Baxter, 2011).

El pronóstico es favorable para los caballos trotones, para los pura sangre inglés el pronóstico es reservado (Gibson and Steel, 2010). En un estudio de caballos de carrera pura sangre inglés y trotones se acortó el retorno al ejercicio debido a lesiones recurrentes o nuevas del ligamento suspensor en el 66% de los casos afectados por desmitis del cuerpo del LSM (Colbourne and Yovich, 1994).

Algunos caballos trotones pueden continuar con su actividad, mientras que en los pura sangre inglés es más difícil el manejo, ya que la claudicación rara vez mejora (Dyson, 1995; Ross and Dyson, 2011), en éstos últimos el riesgo de una ruptura del aparato suspensor del menudillo siempre debe considerarse (Ross and Dyson, 2011).

En trotones existe una alta tasa de reincidencia por lesiones del cuerpo del LSM del mismo miembro o contralateral o en una rama del mismo miembro o contralateral posterior a la desmitis del cuerpo del ligamento suspensor (Dyson *et al.*, 1995).

6.4 Desmitis degenerativa del ligamento suspensor del menudillo

La desmitis degenerativa del ligamento suspensor del menudillo (DDLs) es un trastorno progresivo, crónico y debilitante que afecta a los ligamentos suspensores en caballos de varias razas, principalmente a la porción proximal y al cuerpo del ligamento, y se caracteriza por la acumulación de proteoglicanos.

Los proteoglicanos son complejos de proteínas que brindan soporte estructural a las células que forman los ligamentos, tendones y articulaciones. Mientras que algunos proteoglicanos en un ligamento proporcionan fuerza, demasiados debilitarán el ligamento (Koontz, 2018).

Etiopatogenia y epidemiología

La causa de esta condición no se conoce exactamente, pero se cree que es multifactorial (Mero and Pool, 2002). Probablemente sea un trastorno complejo en donde se involucran factores genéticos, moleculares, de conformación y biomecánicos (Ross and Dyson, 2011).

La DDLs puede ocurrir en todas las razas de caballos especialmente caballos viejos, pero tiene una alta prevalencia en los caballos paso fino Peruanos, (Mero and Scarlett, 2005; Halper *et al.*, 2006; Gibson and Steel, 2010; Halper *et al.*, 2010; Ross and Dyson, 2011), cruces de paso fino Peruano, caballos de silla americanos, árabes, caballos cuarto de milla, pura sangre inglés y algunas razas europeas (Young, 1993; Halper *et al.*, 2006; Halper *et al.*, 2010; Koontz, 2018).

Aunque parece ser fuertemente hereditario en la raza paso fino peruano, aún no se ha identificado un marcador genético (Mero and Scarlett, 2005), se ha sugerido que la condición se asocia con un trastorno sistémico caracterizado por la acumulación de proteoglicanos (Halper *et al.*, 2006). Sin embargo, lo anterior ha sido refutado (Schenkman *et al.*, 2009). En la raza paso fino Peruano generalmente se presenta entre los 7 a los 15 años y se caracteriza por claudicación, desorganización focal de las fibras de colágeno y deposición de condroides hiperplásicos (formados por la acumulación 15 veces por encima de lo normal de agregano y ácido hialurónico) en el cuerpo del ligamento (Luo *et al.*, 2016).

Los cambios degenerativos en el LSM en el miembro pélvico también se asocian a caballos que anteriormente mostraron desmitis proximal del ligamento suspensor y que además tenían conformación de corvejón recto, estos caballos desarrollaron hiperextensión de las articulaciones del menudillo (Figura 206) (Ross and Dyson, 2011).



Figura 206. La degeneración del ligamento suspensor del menudillo se puede caracterizar por una hiperextensión progresiva o caída del menudillo (Tomado de Gibson and Steel, 2010).

Por otro lado la degeneración del LSM además tiene asociación con la disfunción pituitaria de la *pars* intermedia (DPPI). Los caballos con DPPI, presentan con frecuencia hiperextensión de la articulación del menudillo. En humanos existe una asociación similar entre la ruptura del tendón de Aquiles y la enfermedad de Cushing. En caballos con DPPI las concentraciones de cortisol no son consistentemente elevadas, pero la degeneración del LSM también puede estar asociada a la exposición por largo plazo a niveles de cortisol intermitentemente altos; algunos de estos caballos con DPPI avanzada desarrollan diabetes mellitus y en humanos la diabetes mellitus también es un factor de riesgo para desarrollar tendinopatía (Hofberger *et al.*, 2015). La resistencia a la insulina se ha documentado en caballos paso fino Peruano con desmitis degenerativa, por lo tanto, también es una posible causa (Xie *et al.*, 2011). Se sugiere que los caballos afectados por la degeneración del ligamento suspensor pueden ser candidatos de DPPI (Hofberger *et al.*, 2015).

Diagnóstico

El diagnóstico presuntivo se basa en la historia del paciente, el examen clínico y la evaluación al ultrasonido (Mero and Scarlett, 2005; Halper *et al.*, 2010). Solo el examen *post mortem* puede dar un diagnóstico definitivo (Halper *et al.*, 2006). En la actualidad, no existe un método confiable para el diagnóstico de desmitis degenerativa en caballos asintomáticos (Halper *et al.*, 2010).

Durante la anamnesis normalmente, el propietario no recuerda ningún trauma o lesión relacionada con el rendimiento del caballo (Mero and Pool, 2002; Halper *et al.*, 2010).

Signos clínicos

La presentación habitual es una claudicación en diversos grados pudiendo ser bilateral o cuadrilateral y no proveniente de un trauma o lesión relacionada (Mero and Pool, 2002; Halper *et al.*, 2010; Xie *et al.*, 2010). Además la claudicación puede estar asociada al menudillo, con prueba de flexión positiva (Mero and Pool, 2002; Gibson and Steel, 2010). Puede haber dolor a la palpación del ligamento, efusión de la articulación del menudillo, hiperextensión en estática y dinámica (Figura 206), así como enfermedad articular degenerativa (Young, 1993; Xie *et al.*, 2010; Halper *et al.*, 2010).

Imagenología

La DDLS al ser evaluada al ultrasonido, en una vista longitudinal se caracteriza por una disminución en la longitud del patrón ecogénico de las fibras de la porción proximal (Ross and Dyson, 2011) en el cuerpo y/o en las ramas; mientras que las radiografías se puede observar una posición distal de los huesos sesamoideos proximales en relación con el tercer hueso metacarpiano/metatarsiano (Gibson and Steel, 2010).

Las imágenes del ultrasonido se utilizan para confirmar un patrón de fibra anormal y puede haber un aumento de tamaño (Figura 207) en el LSM (Dyson *et al.*, 1995; Dyson, 1996; Gibson and Steel, 2002; Mero and Pool, 2002; Mero and Scarlett, 2005). La ampliación difusa de los ligamentos afectados a pesar de las restricciones

de ejercicio se considera un signo diagnóstico importante de desmitis degenerativa del LSM (Young, 1993; Mero and Pool, 2002; Mero and Scarlett, 2005; Halper *et al.*, 2010).

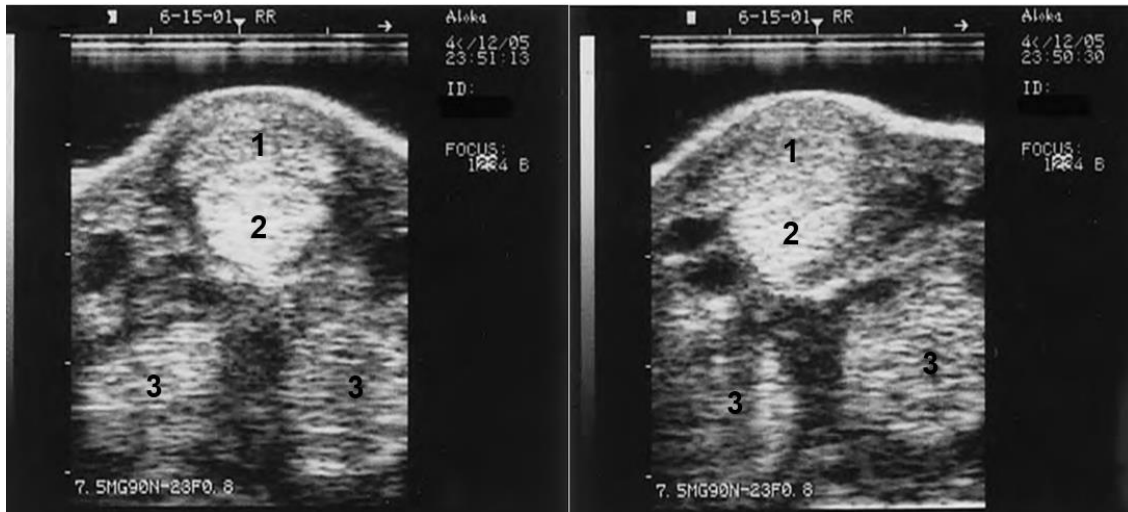


Figura 207. Semental paso fino peruano de once años de edad, afectado de ambos miembros pélvicos. Vistas ecográficas en sección transversal proximal a la zona del menudillo (zona 3B / 4A) que muestran las ramas del LSM (3) agrandadas debajo del tendón flexor digital superficial (1) y profundo (2) (Modificado de Mero and Pool, 2002).

Histología

Se observa en cortes histológicos del ligamento una desorganización de las fibras de colágeno y la presencia de depósitos condroides hiperplásicos (Luo *et al.*, 2016) así como degeneración y aumento de volumen de los paquetes de colágeno (Figura 208) (Mero and Pool, 2002). La deposición excesiva de proteoglicanos (Figura 209) también se ha identificado en el ligamento suspensor con desmitis degenerativa (Mero and Pool, 2002; Mero and Scarlett, 2005; Halper *et al.*, 2006; Schenkman *et al.*, 2009). Los proteoglicanos pueden identificarse fácilmente con la tinción azul de alciano, los tejidos afectados se tiñen con gran intensidad (Figura 210) (Halper *et al.*, 2010) La cicatrización defectuosa del ligamento por fibroblastos anormales produce fibrocartílago en lugar de depósito de colágeno (Mero and Pool, 2002; Halper *et al.*, 2006). Los cambios degenerativos microestructurales acumulativos contribuyen a la pérdida de la resistencia a la tracción y al fracaso de las fibras de

colágeno, y el ligamento pierde gradualmente la estructura y su función (Mero and Scarlett, 2005; Xie *et al.*, 2010).

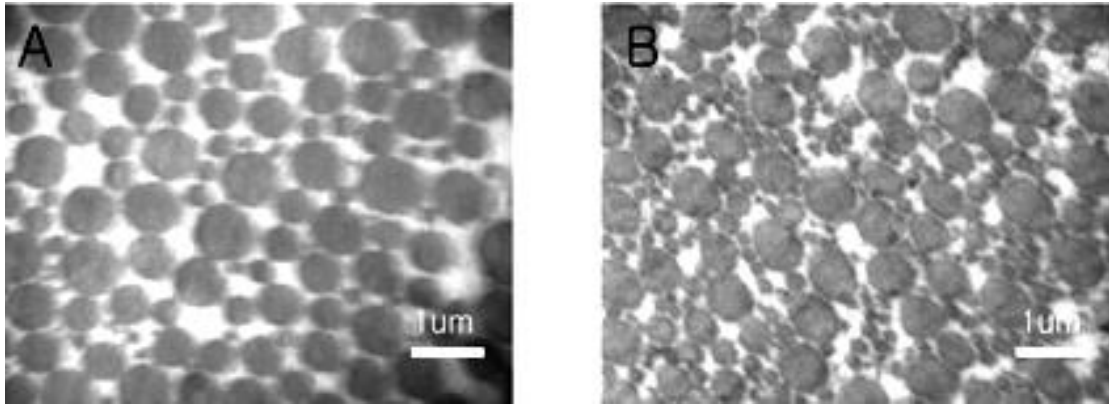


Figura 208. Micrografías electrónicas de tendón normal y afectado por DDLS. **A)** Una sección transversal del tendón normal revela que la mayoría de las fibras de colágeno tienen diámetros bastante grandes. **B)** Se observa un marcado aumento en las fibras de colágeno en un corte transversal del tendón afectado por DDLS (Tomada de Halper *et al.*, 2006).

Como se mencionó anteriormente una de las propuestas es que en los caballos paso fino Peruano la condición se asocia con un trastorno sistémico caracterizado por la acumulación de proteoglicanos (Halper *et al.*, 2006), sin embargo, esto se refutó con estudios, en donde se encontró que la deposición de proteoglicanos no fue exclusiva de los paso fino Peruanos afectados, ya que también estaba presente en caballos de otras razas en tejidos y órganos donde predomina el tejido conectivo (como el ligamento nugal, el corazón, los músculos y otros tejidos) (Halper *et al.*, 2006; Schenkman *et al.*, 2009; Halper *et al.*, 2010). Además, se detectaron mayores cantidades en los ligamentos de caballos afectados en comparación con los caballos de control. Se llegó a la conclusión de que la metaplasia del cartílago y la deposición de proteoglicanos en los ligamentos afectados eran la respuesta al daño en lugar de la causa (Ross and Dyson, 2011).

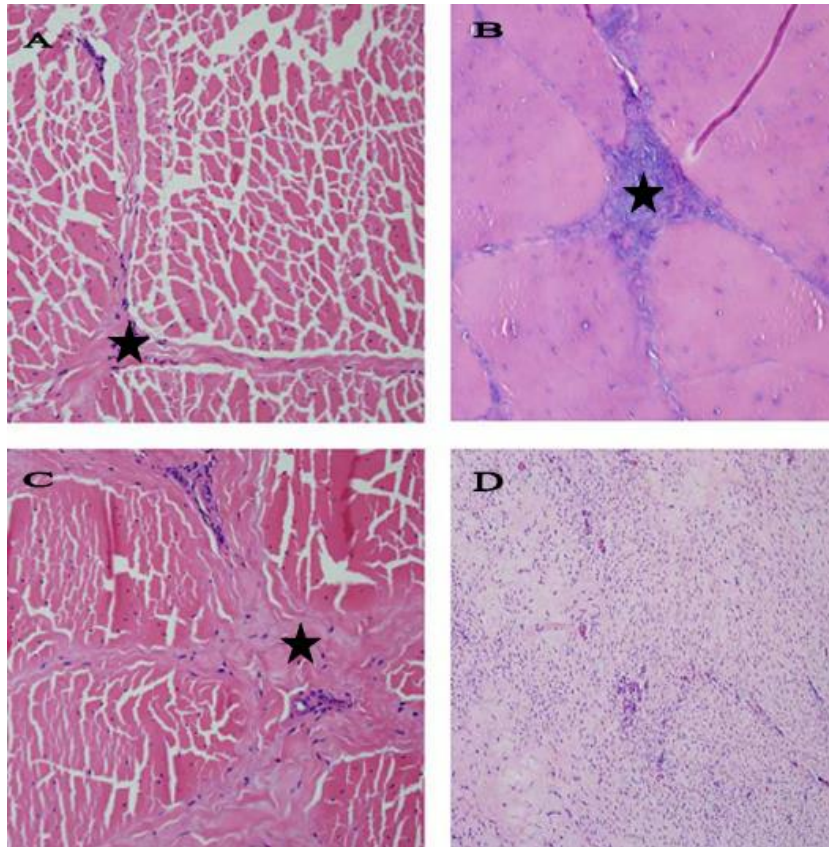


Figura 209. Comparación de tendones normales y afectados por DDLS; **A)** Tendón normal que muestra los septos delgados (*) que separa las fibras de colágeno, hematoxilina y eosina, aumento x 200. **B)** Tendón afectado por DDLS revela depósitos de proteoglicanos (*) entre las fibras de colágeno y los septos, hematoxilina y eosina, aumento de x 200. **C)** Tendón de un caballo sin DDLS con presencia de fibrosis (*) entre las fibras de colágeno y los septo, hematoxilina y eosina, aumento x 200. **D)** Lesión proliferativa encontrada en un caso de DDLS consiste en remolinos de fibroblastos activos, hematoxilina y eosina, aumento x 200 (Tomado de Halper *et al.*, 2006).

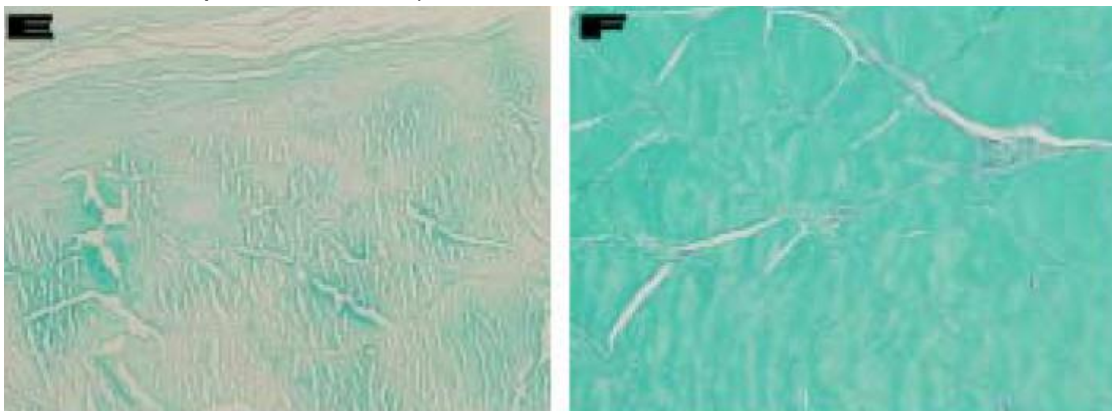


Figura 210. **E)** Tendón no afectado, **F)** tendón afectado por DDLS, el cual se tiñó más intensamente con el azul alciano. Ampliación original x 100 (Tomado de Kim *et al.*, 2010).

Tratamiento

No se conoce ninguna cura hasta la fecha, faltan terapias efectivas para prevenir, inhibir o revertir la enfermedad (Mero y Pool, 2002). El tratamiento para los caballos afectados por DDLS es empírico y está dirigido a minimizar el dolor musculoesquelético y proporcionar apoyo para el aparato suspensor pero a menudo no es eficaz para detener la progresión de la enfermedad (Halper *et al.*, 2010). El tratamiento a corto plazo se basa en la aplicación de antiinflamatorios no esteroides, vendajes de soporte y estricto descanso para mejorar el nivel de comodidad, pero no detienen la progresión de la enfermedad (Mero and Scarlett, 2005; Halper *et al.*, 2006). Un estudio demostró que los signos de desmitis degenerativa del LSM moderada no se exacerbaban con el ejercicio controlado, las mejoras observadas se mantuvieron durante un período de tiempo después de que se suspendió el ejercicio constante, por lo tanto, el ejercicio moderado puede beneficiar a los caballos con DDLS, en contraste con el descanso y la restricción de ejercicio (Mero and Pool, 2002; Mero and Scarlett, 2005; Halper *et al.*, 2006), pero aún se necesitan estudios adicionales para caracterizar la relación potencial entre la DDLS y la resistencia a la insulina, así como la terapia de ejercicio, para inhibir la progresión de la desmitis degenerativa del ligamento suspensor (Hofberger *et al.*, 2015).

Se ha informado que herraduras con talón levantado o barra de huevo brindan alivio temporal en algunos casos (Dyson *et al.*, 1995; Ball 1997).

Pronóstico

Esta condición tiende a ser progresiva y la mayoría de los caballos afectados no pueden continuar sus carreras atléticas, el pronóstico es desfavorable (Gibson and Steel, 2010).

En algunos casos con dolor incontrolable, claudicación severa y sufrimiento la eutanasia es necesaria por razones humanitarias (Gibson and Steel, 2010; Halper *et al.*, 2010).

Discusión

La DDLS se consideraba un trastorno del colágeno limitado al LSM, pero los nuevos hallazgos indican que es una enfermedad sistémica en lugar de un trastorno limitado al LSM, ya que tejidos con alto contenido de colágeno podrían estar involucrados, en estos se han detectado acumulaciones excesivas de proteoglicanos no solo en el ligamento, sino también en los tendones flexores digitales superficial y profundo, los ligamentos patelares y nugal, la aorta, las arterias coronarias y las escleras de los ojos de los caballos afectados por DDLS (Halper *et al.*, 2006). Halper (2010) propone el nombre de Acumulación Sistémica de Proteoglicanos en equinos en lugar de Desmitis Degenerativa del Ligamento Suspensor del Menudillo, debido a la afección de otros tendones y ligamentos.

6.5 Tendinitis del Tendón Flexor Digital Superficial

Tendinitis del tendón flexor digital superficial

El tendón del músculo flexor digital superficial (TFDS) puede lesionarse en cualquier parte, desde su unión al cuerpo muscular, hasta su inserción en la segunda falange, sin embargo, la mayor parte de lesiones ocurre en el tercio medio de la región metacarpiana (Figura 211) (Birch *et al.*, 2002). Las lesiones pueden variar desde inflamación peritendinosa y dolor sin daño estructural hasta la ruptura total del tendón (se aborda por separado) (Ortved and Bertone, 2020).

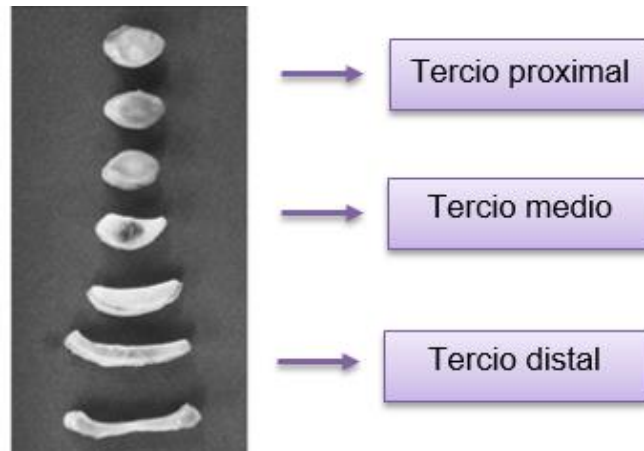


Figura 211. Área transversal de cada nivel del TFDS, se puede apreciar una decoloración central que corresponde a una lesión central del tendón flexor digital superficial en el tercio medio de la región metacarpiana (Modificado de Birch *et al.*, 2002).

Etiopatogenia y epidemiología.

La tendinitis es la inflamación que involucra al tendón en un lugar donde está rodeado por el peritendón, y puede haber ruptura en algunas de sus fibras (el termino en inglés para hacer referencia a la tendinitis del TFDS es “*bowed tendon*”) (McIlwraith, 2002).

La tendinitis del TFDS es una lesión común en caballos que trabajan a velocidad, como los pura sangre inglés y los trotadores de carreras. Sin embargo, otras funciones zootécnicas pueden verse afectadas, incluidas los caballos de salto, prueba completa, adiestramiento y razas como los cuartos de milla (Higgins and Snyder, 2006; Thorpe *et al.*, 2010; Ross and Dyson, 2011; Mair *et al.*, 2013; Ortved and Bertone, 2020). La tendinitis del TFDS tiene un alto grado de morbilidad y conlleva a periodos prolongados de inactividad (Ortved and Bertone, 2020).

La incidencia de tendinitis del TFDS en pura sangre inglés va del 7 al 43% (Rooney and Genovese, 1981; Dyson, 2004). En warmbloods y en trotones comprende el 29% de lesiones de tejidos blandos, justo por detrás del 32% que ocupa la desmitis del LSM (Baxter, 2011).

Del 97 al 99% son lesiones en el TFDS de los miembros torácicos (Kasashima *et al.*, 2004; Lam *et al.* 2007; Thorpe *et al.*, 2010). Un estudio demostró que el 58% de

las lesiones ocurrieron en el miembro torácico izquierdo y el 42% en el derecho, sin embargo, la lesión bilateral es común y se reconoce examinando rutinariamente ambas extremidades por ultrasonido (Genovese *et al.*, 1997).

Como se mencionó antes afecta principalmente la región metacarpiana media, especialmente en caballos jóvenes de carreras (Higgins and Snyder, 2006; Ross and Dyson, 2011; Mair *et al.*, 2013; Ortved and Bertone, 2020). Las localizaciones menos comunes para las lesiones del TFDS son: en la parte proximal y distal de la región metacarpiana o metatarsiana y a la altura de sus ramas en la región de la cuartilla. La tendinitis en la región metacarpiana/metatarsiana distal se conocen como “arcos bajos” (*low bows*) y se asocian con tenosinovitis de la vaina digital o constricción del ligamento anular (Figura 212B) (Ortved and Bertone, 2020). La tendinitis en la región del carpo distal y metacarpiana proximal afecta con frecuencia a caballos de carrera de más de 11 años (Chesen *et al.*, 2009).

La tendinitis puede surgir por factores extrínsecos como un traumatismo externo directo o por factores intrínsecos como la tensión o exceso de estiramiento del mismo tendón (Higgins and Snyder, 2006; Mair *et al.*, 2013). El TFDS funciona cerca de su capacidad máxima de esfuerzo durante el ejercicio a alta velocidad, cualquier cambio en la elasticidad del tendón y un esfuerzo mayor pueden provocar lesiones. La tensión máxima se encuentra al final de una carrera, cuando la fatiga muscular causa hiperextensión de las articulaciones de gran movimiento y con ello una la deformación del tendón (Stashak, 2008; Mair *et al.*, 2013).

De tal forma durante el galope cuando el miembro torácico entra en contacto con el suelo, la articulación del menudillo se hiperextiende y los tendones flexores se colocan bajo cargas de tracción muy altas (Goodship, 1993); la carga máxima se ha estimado en 2.5 veces el peso corporal del caballo que corresponde a 15 kilos de newton equivale a 1500 kilogramos de peso (Hernlund *et al.*, 2014). Los tendones son elásticos y tienen un efecto como una cuerda elástica. En caballos pura sangre inglés de carreras, la distensión del tendón puede llegar a un 16%, muy cerca de su límite fisiológico durante el ejercicio a alta velocidad (Baxter, 2011), por lo que se considera una lesión que compromete su carrera (Stashak, 2008).

Otra causa de la tendinitis es debido a una degeneración molecular por sobrecargas repentinas al TFDS, este daño es acumulativo inicia con una lesión leve y cuando esta es repetida en ejercicio a alta velocidad predispone a una lesión clínica severa (Higgins and Snyder, 2006; Baxter, 2011; Mair *et al.*, 2013).

El TFDS se considera maduro alrededor de los 2 años y, en respuesta al ejercicio los tendones desarrollan áreas irregulares de acelularidad, fibrilación de la matriz y una capacidad limitada para adaptarse y repararse. Lo que también puede ser causa de la tendinitis (Patterson-Kane *et al.*, 1997a; Patterson-Kane *et al.*, 1997b).

Los factores adicionales que pueden predisponer a un caballo a una tendinitis en el TFDS incluyen conformación, una angulación anormal en la articulación del menudillo, superficies de trabajo como suelo irregular o resbaladizo, herraje inadecuado, desequilibrio del herraje, metodología de entrenamiento y la relación entre el nivel de aptitud física y el ejercicio que desempeña (Higgins and Snyder, 2006; Stashak, 2008; Ross and Dyson, 2011).

Diagnóstico

Un examen clínico cuidadoso es crucial para identificar una inflamación temprana, incluso antes de que se produzca una claudicación, intervenir en una fase temprana puede prevenir daños estructurales en el tendón. El ultrasonido es esencial para evaluar la extensión, el tipo y la gravedad de lesiones, y es útil para controlar el progreso (Higgins and Snyder, 2006; Baxter, 2011; Ross and Dyson, 2011). Además de la resonancia magnética que ha demostrado una ventaja sobre el ultrasonido para distinguir fibrosis en el tendón en casos de tendinitis crónica (Baxter, 2011; Ross and Dyson, 2011; Ortvad and Bertone, 2020).

Signos clínicos

La tendinitis clásica del TFDS se localiza en la región del metacarpiana media, al observarlo desde una vista lateral se observa un "arco" convexo, de ahí el término de "tendón arqueado" (Figura 212A). El TFDS es el más superficial de los tendones flexores, por lo tanto, el aumento de volumen es fácilmente visible y palpable (Ortvad and Bertone, 2020).

La fase aguda de la tendinitis del TFDS puede durar de 2 a 7 días, la fase subaguda de 1 a 3 semanas. Algunas lesiones no son evidentes clínicamente durante las primeras 24 a 48 horas (Baxter, 2011; Ross and Dyson, 2011).

Por lo general se puede encontrar un incremento de ligero a marcado en la temperatura de la piel sobre la superficie palmar/plantar de la caña, aumento de volumen, a la palpación puede haber edema o inflamación evidente dando la apariencia de un “tendón arqueado” (Figura 212A) (Higgins and Snyder, 2006; Stashak, 2008; Baxter, 2011; Ross and Dyson, 2011; Mair *et al.*, 2013). El grado de inflamación a menudo es proporcional a la gravedad de la lesión, aunque las lesiones centrales tienden a inflamarse menos que las lesiones periféricas (Higgins and Snyder, 2006).



Figura 212. **A)** Se observa en el aspecto palmar de la caña una curvatura, conociéndose como “tendón arqueado”, que corresponde a tendinitis del TFDS (Tomado de Mair *et al.*, 2013). **B)** Un "arco bajo" del TFDS se puede asociar con tenosinovitis de la vaina del tendón digital (Tomado de Ortved and Bertone, 2020).

El dolor a menudo puede ser provocado por la palpación directa de los márgenes del tendón (Higgins and Snyder, 2006). En casos donde el dolor es muy fuerte puede asociarse a una lesión severa, se reconoce clínicamente en caballos que no quieren apoyar el miembro en el suelo, las lesiones graves del TFDS se puede observar hiperextensión en la articulación del menudillo (Mair *et al.*, 2013; Ortved and Bertone, 2020).

La claudicación puede ser inmediata además de variar de leve a severa. La claudicación leve por lo general mejora con descanso y el grado de claudicación se puede asociar con la severidad de la lesión (Higgins and Snyder, 2006; Ross and Dyson, 2011; Mair *et al.*, 2013).

La tendinitis crónica en el TFDS se manifiesta por fibrosis, aumento de tamaño en la superficie palmar/plantar de la caña, rigidez anormal del tendón, en estos casos puede estar ausente el calor o edema asociado con la afección y puede o no presentar claudicación (Baxter, 2011; Ross and Dyson, 2011; Ortvad and Dyson, 2020).

Imagenología

El ultrasonido es esencial para evaluar la extensión, el tipo, la gravedad de la lesión y para monitorear el progreso. Se debe tener en cuenta que el ultrasonido de una lesión reciente del TFDS puede no revelar el alcance total de la lesión (Ross and Dyson, 2011; Berner, 2017). Si el tendón aparece ligeramente agrandado o incluso normal al ultrasonido, pero los signos clínicos como dolor a la palpación o aumento de temperatura sugieren que podría haber una lesión, la evaluación se repite de 3 a 7 días posteriores (Higgins and Snyder, 2006; Mair *et al.*, 2013).

Es recomendable evaluar ambas extremidades, ya que las lesiones pueden ser unilaterales, aunque los signos clínicos manifestados solo puedan detectarse en un miembro (Higgins and Snyder, 2006; Baxter, 2011; Ortvad and Bertone, 2020). Al realizar el ultrasonido se evalúa en un plano transversal y longitudinal. La exploración longitudinal permite la validación de lesiones estructurales y la evaluación de la alineación de la fibra (Ross and Dyson, 2011; Ortvad and Bertone, 2020).

Los hallazgos incluyen: hipoecogenicidad difusa localizada central o generalizada (Figura 213), aumento de volumen, edema peritendinoso, cambios de forma, margen o posición, las lesiones centrales (*core lesion*) son un hallazgo común sobre todo en caballos de carreras (Mair *et al.*, 2013). Las áreas hipoecoicas pueden ser

causadas por ruptura de las fibras y/o procesos inflamatorios como hemorragia, edema e infiltración celular en etapas iniciales (Baxter, 2011).

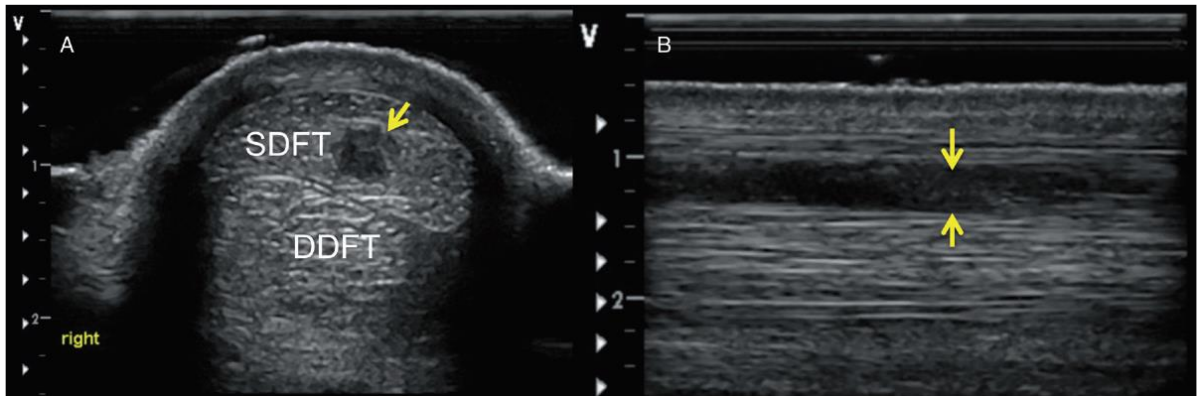


Figura 213. Imágenes de un ultrasonido transversal (A) y longitudinal (B) en la superficie metacarpiana palmar media. Las flechas muestran una lesión central hipocóica bien definida. DDFT: tendón flexor digital profundo; SDFT: tendón flexor digital superficial (Kidd, Lu, and Frazer, 2014).

Sí la lesión es aguda o subaguda y tiene signos clínicos de inflamación, se indica repetir el ultrasonido después de 2 semanas de que la inflamación haya disminuido. Sí los signos de la inflamación se han resuelto y las áreas hipocóicas dentro del TFDS persisten, probablemente representan una ruptura de las fibras del tendón (Figura 214) (Baxter, 2011; Ortvad and Bertone, 2020).

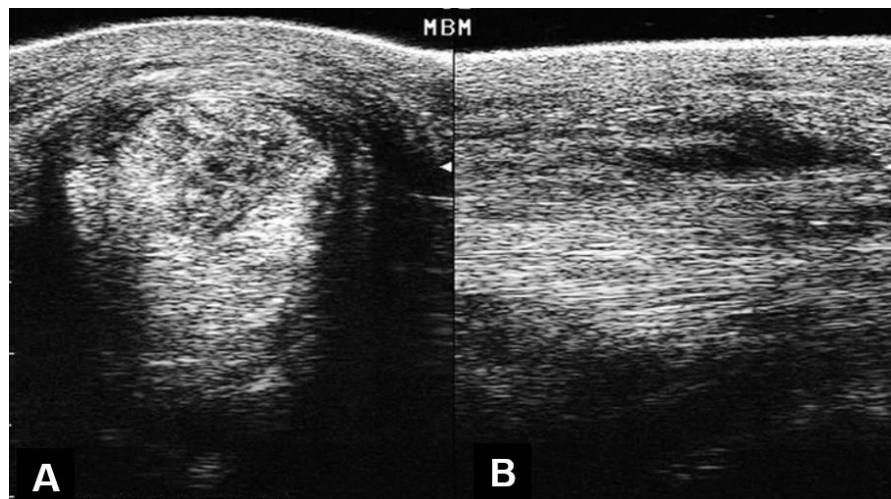


Figura 214. Ultrasonidos A) transversal y B) longitudinal del TFDS, se observa un área afectada por tendinitis crónica, las áreas hipocóicas corresponden a el daño en la fibras del tendón (Tomado de Baxter, 2011).

A medida que la lesión sana, los bordes de la lesión se vuelven indistintos y la lesión se vuelve más ecogénica, el edema peritendinoso y la inflamación desaparecen (Mair *et al.*, 2013).

Los hallazgos al ultrasonido permiten clasificar las lesiones en: leve, moderada o grave según el tamaño de la lesión y el porcentaje total del tendón dañado (Cuadro 5) (Mair *et al.*, 2013).

Grado	Zona de lesión máxima	Porcentaje total del tendón dañado
Tendinitis leve	<50% del área transversal y/o <100 mm de longitud.	0-15%
Tendinitis moderada	<75% del área transversal y/o <160 mm de longitud	16- 25%
Tendinitis severa	>75% del área transversal >160 mm de longitud	>25 %

Cuadro 5. Clasificación de las tendinitis del TFDS según el tamaño de la lesión y el porcentaje del tendón dañado (Mair *et al.*, 2013).

La evaluación al ultrasonido puede determinar cuándo el caballo puede volver al ejercicio (Figura 215), se deben cumplir los siguientes criterios durante las evaluaciones de seguimiento: en el corte longitudinal se debe de observar un patrón uniforme de fibra, ecogenicidad homogénea transversal, sin formación de adherencias y un tamaño adecuado del tendón (Mair *et al.*, 2013).

La resonancia magnética ha demostrado una ventaja sobre el ultrasonido para distinguir la fibrosis del tendón normal en la tendinitis crónica (Figura 216) (Kasashima *et al.*, 20012).

Tratamiento

Tratamiento médico

En casos de tendinitis aguda, se busca eliminar o reducir la inflamación para prevenir el daño de las fibras o la formación temprana de adherencias. Se recomienda golpe de agua, hielo, vendaje de presión, AINEs sistémicos y locales (diclofenaco en gel), masajes, sudores, DMSO tópico, los corticosteroides

sistémicos no se recomiendan porque pueden afectar la respuesta de cicatrización, junto con reposo hasta que se pueda realizar un ultrasonido (Higgins and Snyder, 2006; Stashak. 2008; Baxter, 2011; Ross and Dyson, 2011; Mair *et al.*, 2013; Ortvad and Bertone, 2020).

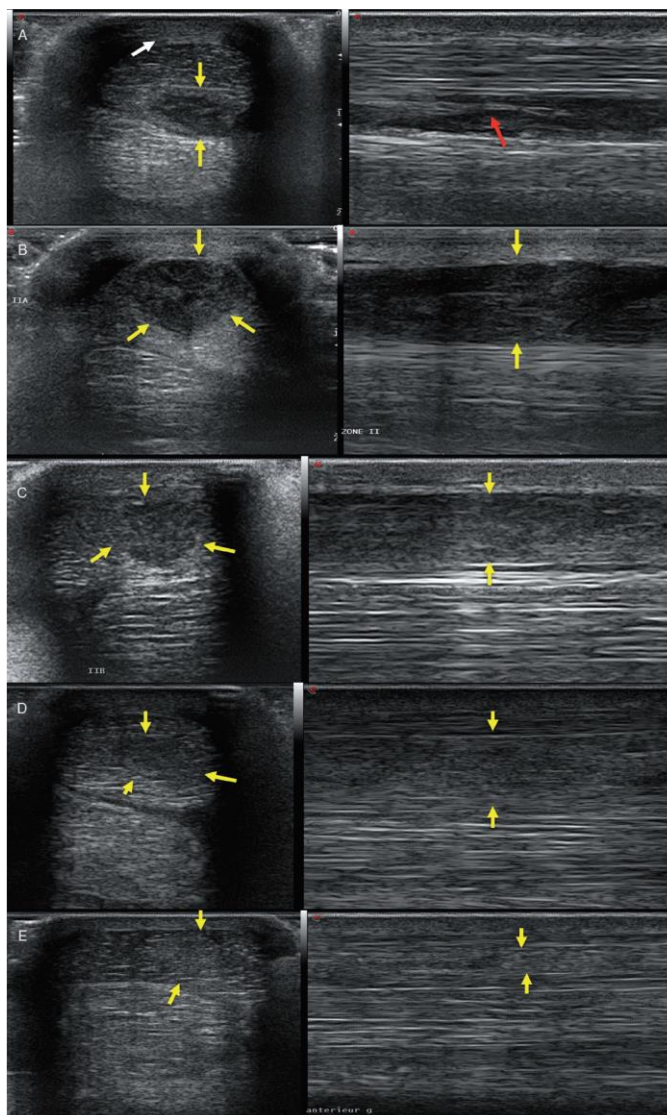


Figura 215. Ultrasonidos transversales y longitudinales, las flechas señalan la lesión en el TFDS en diferentes fases. **A)** Fase aguda: área hipoeoica con edema peritendinoso y la imagen longitudinal muestra una pérdida de continuidad de la fibra. **B)** Días después la lesión es invadida por infiltrados celulares y tejido de granulación inmaduro y es muy hipoeoico. **C)** Etapa fibroblástica, aumenta la ecogenicidad. **D)** La lesión recupera la ecogenicidad a una similar a la del tejido tendinoso normal, en la vista longitudinal se ve la falta de alineación adecuada de la fibra, en esta etapa los caballos pueden reanudar el entrenamiento, pero se debe seguir monitoreando. **E)** Se considera que el tendón está recuperado y remodelado por un tejido cicatrizal (Tomado de Kidd *et al.*, 2014).

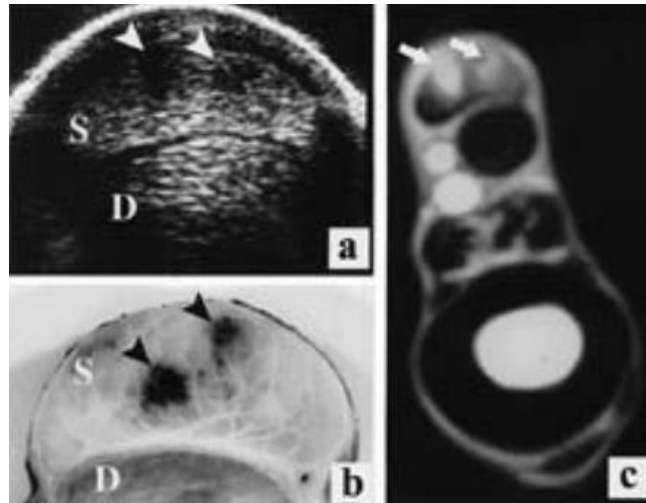


Figura 216. **a)** Ultrasonido en una vista transversal las cabezas de flecha señalan dos áreas focales hipoeoicas; **b)** corte de tendón, las cabezas de flecha negras señalan la hemorragia y **c)** resonancia magnética obtenida en la misma porción del tendón, las flechas señalan el aumento de señal en la lesión del TFDS (Tomado de Kasashima *et al.*, 2002).

La aplicación de corticosteroides tópicos más DMSO es controvertida, pero puede ser muy eficaz para eliminar los signos de inflamación (Ortved and Bertone, 2020). La infiltración intralesional con glicosaminoglicanos polisulfatados y/o ácido hialurónico ayuda a suprimir la inflamación aguda (Higgins and Snyder, 2006; Baxter, 2011; Mair *et al.*, 2013).

En la etapa subaguda, el tratamiento tiene como objetivo detener la propagación de la inflamación en el tendón normal, revertir los efectos de la inflamación y facilitar el proceso de reparación (Stashak, 2008). Se recomienda una terapia de temperatura alterna, descanso y un programa de ejercicio controlado, las infiltraciones intralesionales con ácido hialurónico o glicosaminoglicanos polisulfatados para reducir las adherencias y promover la calidad de la matriz extracelular; las infiltraciones con terapias regenerativas intralesionales como: células madre mesenquimales (Smith, 2008; Godwin *et al.*, 2011; Smith *et al.*, 2013), también pueden indicarse derivados de médula ósea, plasma rico en plaquetas, IGF-I, TGF-beta. La terapia de ondas de choque promueve la liberación del factor de crecimiento en los tendones lesionados (Baxter; 2011; Mair *et al.*, 2013). La terapia

láser de bajo nivel se cree que tiene buenos efectos en casos de tendinitis (Stashak, 2008).

En un estudio se reportó la infiltración de b-aminopropionitrilo (BAPN) y produjo una mejoría más rápida en la apariencia ecográfica de un tendón lesionado que otros métodos terapéuticos, aunque se han puesto en duda sus beneficios. BAPN no existe en el mercado actualmente (Dahlgren *et al.*, 2002, Yammato *et al.*, 2002).

Silver *et al.* (1983), Stashak (2008), Auer *et al.* (2019) no recomiendan el uso de cauterización química con yodo tópico o compuestos a base de mercurio y la cauterización térmica, que a pesar de aumentar el flujo de sangre al tendón lesionado, la inflamación creada por este tratamiento aumenta la deposición de tejido fibroso alrededor del tendón y dentro de él y la piel se debilita en el área que ha sido cauterizada.

En la etapa crónica se indica el ejercicio controlado para optimizar la función del tejido cicatrizal sin causar lesiones adicionales. El ejercicio puede aumentarse gradualmente cada 2 a 3 meses, se debe monitorizarse al ultrasonido antes y después de cada aumento de ejercicio (Figura 215) (Baxter, 2011; Mair *et al.*, 2006).

Tratamiento quirúrgico

El tratamiento quirúrgico sigue siendo una alternativa viable, se recomienda en casos de moderados a graves o en aquellos donde la terapia médica ha fallado (Ross, 1997; Ross and Dyson, 2011).

Una opción quirúrgica es la transección del ligamento accesorio del TFDS (Figura 217), también conocida como desmotomía de control superior o del frenador superior, se considera un tratamiento valioso para los caballos trotones en comparación de los pura sangre inglés, (Higgins and Snyder, 2006; Ross and Dyson, 2009). Este procedimiento alarga la unidad musculotendinosa y previene el exceso de tensión en el tejido de reparación, aunque puede aumentar el riesgo de desmitis en el ligamento suspensor del menudillo (Mair *et al.*, 2013).

Hawkins and Ross (1995) en su estudio en caballos trotones de carreras informaron que el 92% de los caballos corrieron al menos una vez después de la cirugía y el

87% corrieron al menos cinco carreras. La evidencia de la eficacia de la cirugía en el tratamiento de caballos con tendinitis del TFDS, es algo controvertido, ya que se ha informado la reincidencia de lesiones y un aumento de 5,5 veces en desmitis del LSM después de la cirugía (Gibson *et al.*, 1997).

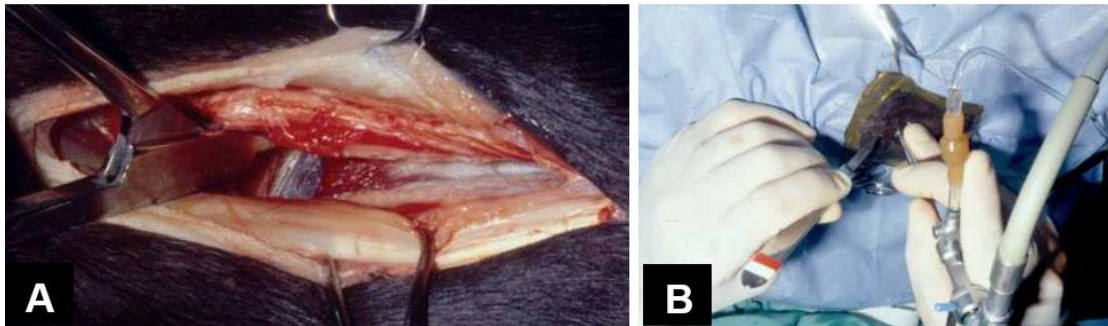


Figura 217. La transección del ligamento accesorio del TFDS, se puede realizar por una incisión quirúrgica (A) o mediante tenoscopia (B) (Tomado de Stashak, 2008).

Otra técnica quirúrgica es la transección percutánea del tendón, también llamada división longitudinal del tendón (Webbon, 1979), originalmente, el procedimiento se desarrolló para promover la vascularización del tendón en caballos con tendinitis crónica, pero produjo tejido de granulación excesivo y una reparación lenta de las áreas de necrosis del tendón. Ahora se utiliza en caballos con lesiones agudas para evacuar la hemorragia, reducir el tamaño de la lesión y proporcionar un canal de vascularización a las lesiones centrales y, en consecuencia, promover su reparación (Higgins and Snyder, 2006; Baxter, 2011). También se recomienda para los tendones con una lesión central estática que no cicatriza (Bramlage *et al.*, 1992; Baxter, 2011).

En ocasiones las técnicas quirúrgicas se combinan, cuando el tendón tiene una lesión central que no cicatriza y además se desea alargar la unión musculotendinosa. En ambas técnicas quirúrgicas la cirugía suele hacerse en ambos miembros, incluyendo la extremidad no afectada. El ejercicio y la rehabilitación postoperatorios deben controlarse (Baxter, 2011; Ross and Dyson, 2011).

El manejo postquirúrgico consiste en dos semanas de descanso, seguidas de cuatro semanas de ejercicio controlado iniciando con caminata de mano de 10 a 15 minutos al día, el tendón se evalúa con el ultrasonido para decidir si el ejercicio debe progresar (Stashak, 2008).

Pronóstico

El pronóstico es de reservado a desfavorable ya que depende de la gravedad de la lesión y la actividad zootécnica que el caballo realice. La recurrencia de tendinitis del TFDS es común ya que el tejido reparado no conserva las propiedades características del tendón y aumenta con la edad debido a un debilitamiento del TFDS (Higgins and Snyder, 2006; Mair *et al.*, 2013).

Si el caballo regresa a su función zootécnica debe continuar con ultrasonidos periódicos (Higgins and Snyder, 2006). La tendinitis del TFDS fue la razón más común para el retiro en las carreras de la raza pura sangre inglés (Lam *et al.*, 2007).

La terapia con células madre informa una reducción de la tasa de re-lesión del 18% y la sección quirúrgica del ligamento accesorio del TFDS informa una reducción de la tasa de re-lesión del 25% (Ortved and Bertone, 2020).

Debido a los cambios observados en la matriz tendinosa asociados con el desarrollo, el envejecimiento y el ejercicio, se ha planteado la hipótesis de que el tendón inmaduro puede tener una mayor capacidad de adaptación y puede responder a un régimen de ejercicio adecuado para producir un tendón más adaptado funcionalmente (Baxter, 2011). En potros a los que se les permitió el ejercicio en un área libre desarrollaron un tendón más fuerte y elástico en comparación con aquellos que estaban confinados o sometidos a un programa de entrenamiento, en contraste, el entrenamiento o el ejercicio excesivo en potros pueden tener efectos perjudiciales permanentes en las propiedades biomecánicas y funcionales del TFDS, lo anterior puede ser la clave para desarrollar tendones que sean capaces de resistir lesiones (Smith *et al.*, 1999; Baxter, 2011).

6.6 Ruptura del Tendón Flexor Digital Superficial

El tendón del músculo TFDS junto con el LSM, actúa para evitar que la articulación del menudillo se hiperextienda hasta el suelo cuando el caballo se encuentra cargando peso, además participa activamente en la flexión de las extremidades través de la contracción del músculo flexor digital superficial. El TFDS tiene poco margen de seguridad ya que los caballos que trabajan al galope o durante el salto, generan fuerzas muy cercanas a la ruptura (Dowling *et al.*, 2000; Gillis, 2014). Además una vez que el tendón tiene fibras lesionadas, la resistencia se reduce y estará predispuesto a una mayor ruptura de todas sus fibras con el trabajo continuo (Gillis, 2014).

Epidemiología y Etiopatogenia

La ruptura completa del TFDS es un acontecimiento desafortunado e infrecuente, pero ocasionalmente sucede. Se ven más afectadas los miembros torácicos que los pélvicos y ocurre especialmente en caballos de edad avanzada, entre 18 a 22 años (Higgins and Snyder, 2006; Smith and Mair, 2007; Ross and Dyson, 2011; Mair *et al.*, 2013; Ortved and Bertone, 2020).

La ruptura generalmente no está asociada a un traumatismo externo o a una lesión previa como la laceración del tendón, puede ser la consecuencia de una tenosinovitis séptica de la vaina digital (McIlwraith 2002; Kidd *et al.*, 2004). También se asocia con la subluxación dorsal de la primera falange distal (Ortved and Bertone, 2020). Asimismo la ruptura puede ocurrir mientras se realiza ejercicio a alta intensidad (Goodship 1993; Patterson-Kane *et al.*, 1998; Ross and Dyson, 2011). La región metacarpiana media es el sitio más común de ruptura, si se observa el tendón desde un corte transversal es donde el TFDS posee el área más pequeña en comparación con sus niveles proximal y distal. Birch *et al.* (2002) considera que podría haber relación entre el área más pequeña en corte transversal y la incidencia del lesiones en esta región, pero en su estudio demostró que la disminución del área

en corte transversal no parece contribuir a la aparición de lesiones, entre ellas la ruptura del TFDS.

Diagnóstico

Signos clínicos

La claudicación es severa, el miembro afectado presenta inflamación marcada en la superficie palmar/plantar de la caña, aumento de tamaño, se puede palpar una imperfección en el tendón flexor digital superficial cuando el miembro se encuentra flexionado, proximal y distal a esta imperfección se puede sentir flacidez en el tendón, el caballo se resiste a apoyar el miembro afectado, pero cuando lo hace la articulación del menudillo presenta hiperextensión, puede o no haber evidencia de algún traumatismo en la región palmar/plantar de la caña (Smith and Mair, 2007; Dyson, 2011; Ross and Dyson, 2011; Mair *et al.*, 2013).

Imagenología

Al ultrasonido se observa un espacio anecoico completo a nivel de la ruptura del TFDS, pérdida del patrón de fibra a nivel de la lesión (Figura 218) (Smith and Mair, 2007; Ross and Dyson, 2011). El paratendón puede ser visible en la región metacarpiana media, se puede observar como una línea ecogénica delgada, mientras que en la región metacarpiana distal se verán las fibras retraídas del TFDS (Figura 219) (Smith and Mair, 2007).

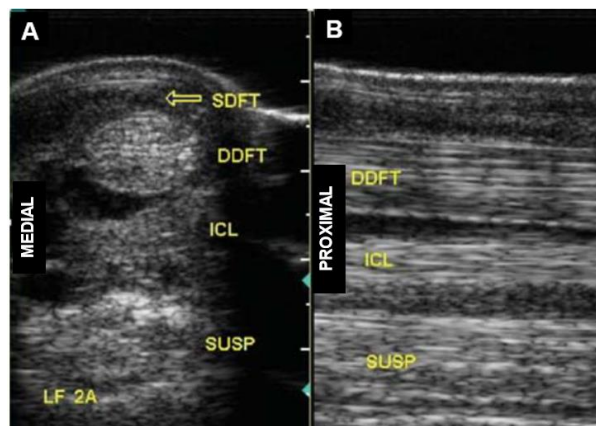


Figura 218. Ultrasonido de la región metacarpiana palmar media, realizada 5 días después del inicio de la claudicación. **A)** Ultrasonido transversal, la flecha marca la región anecoica en el espacio que correspondería al TFDS; **B)** Ultrasonido

longitudinal, la flecha muestra la pérdida del patrón de las fibras del TFDS. SDFT: tendón flexor digital superficial; DDFT: tendón flexor digital profundo; ICL: ligamento frenador o accesorio del TFDP; SUSP: ligamento suspensor del menudillo (Modificado de Smith and Mair, 2007).

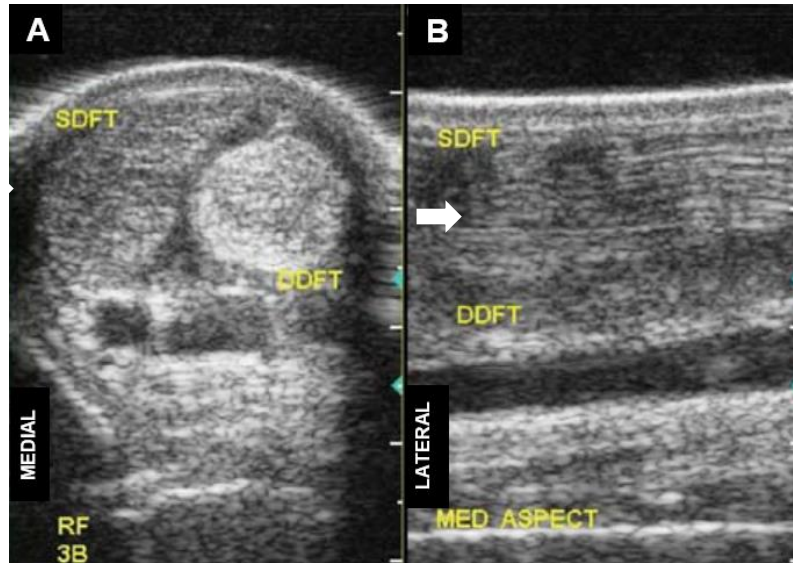


Figura 219. Ultrasonido de la región metacarpiana palmar distal realizada 5 días después del inicio de la claudicación; **A)** Ultrasonido transversal y **B)** Ultrasonido longitudinal donde se puede observar las fibras retraídas del tendón flexor digital superficial (flechas). SDFT: tendón flexor digital superficial; DDFT: tendón flexor digital profundo (Modificado de Smith and Mair, 2007).

Tratamiento

El tratamiento médico se enfoca al manejo del dolor con la aplicación de AINEs y la inmovilización del miembro afectado para corregir la hiperextensión de la articulación del menudillo, reposo durante 2-3 meses. Posterior al descanso el aumento progresivo de ejercicio, se inicia con caminata de mano y vendajes de soporte por las siguientes 6 semanas (Smith and Mair, 2007; Ross and Dyson, 2011; Mair *et al.*, 2013).

La inmovilización se puede realizar con un vendaje Robert Jones (Figura 220) (Ross and Dyson, 2011), con una fijación externa rígida (Higgins and Snyder, 2006) o con una férula de Kimzey (Figura 221) (Bertone, 1995; Jann, 2004; O'Sullivan, Baxter, 2011; 2007 Dyson and Bertone, 2011; Orved and Bertone, 2020).

Otros autores reportan que se requiere la elevación del talón para aproximar los extremos del tendón a que se unan (Higgins and Snyder, 2006). Smith and Mair (2007) recomiendan que no se realice modificaciones en el herraje. (Gabino, 2007) menciona que puede utilizarse un ortosomo de Pader (Figura 222), el ortosomo consta de una herradura base con una extensión dorsal que llega a la articulación del menudillo.



Figura 220. Fotografías que muestran cómo se puede inmovilizar un miembro en la fase aguda de la lesión, un vendaje de Robert Jones modificado es adecuado en la mayoría de los casos de lesión aguda de tendones y ligamentos, es importante utilizarlo en lesiones severas cuando hay hiperextensión de la articulación del menudillo como sucede en la ruptura de ruptura del tendón flexor digital superficial (Tomado de Auer *et al.*, 2019).



Figura 221. Férula Kimzey colocada en un miembro posterior (Tomada de Jann, 2004).



Figura 222. Fotografías que muestran el ortosomo de Pader. **A)** antes de colocarlo el ortosomo debe medirse, **B)** se envuelve con gasas o vendas para que sea cómodo para el caballo, **C)** colocación de la articulación del menudillo en el ortosomo, **D)** colocación de un vendaje de soporte y fijación del ortosomo (Modificado de Gabino, 2007).

Pronóstico

El pronóstico es desfavorable para el regreso a su función atlética, pero el caballo puede ser rescatado para la cría (Higgins and Snyder, 2006). Smith and Mair (2007) y Mair *et al.* (2013) en un estudio reportaron que los caballos tuvieron una recuperación funcional, volviendo al trabajo ligero, después del reposo desarrollaron una deformidad leve en el miembro afectado, se observa como una ligera flexión en el carpo, es posible que sea por disminución en la carga del peso, esta deformidad se resolvió con el regreso al ejercicio controlado y progresivo. Existe el riesgo de volver a lesionarse, y es posible la ruptura del TFDS contralateral (Smith and Mair *et al.*, 2007).

6.7 Tendinitis del Tendón Flexor Digital Profundo

El tendón flexor digital profundo puede lesionarse en sus diferentes niveles, pero sucede con más frecuencia a la altura de la vaina digital (Higgins and Snyder, 2006) y en su porción distal a la altura de la cuartilla y dentro del casco (Mair *et al.*, 2013); las lesiones a la altura de la caña son muy poco comunes (Barr *et al.*, 1995; Smith and Cauvin, 2014).

Etiopatogenia y Epidemiología

Las lesiones del TFDP en la región metacarpiana o metatarsiana son poco frecuentes en comparación con las lesiones en el tendón flexor digital superficial (Higgins and Snyder, 2006; Baxter, 2011), el ligamento accesorio del tendón flexor digital profundo o en el ligamento suspensor del menudillo (Barr *et al.*, 1995; Baxter, 2011).

El TFDP actúa para evitar que el dedo se hiperextienda y participa activamente en la flexión de la extremidad mediante la contracción del músculo flexor digital profundo (Dyson, 1991; Ross and Dyson, 2011). Algunos factores que pueden provocar lesiones son los siguientes: a) cuando hay fatiga muscular aumenta el trabajo en la porción tendinosa lo que lo hace más vulnerable, b) una vez dañadas algunas fibras se reduce la resistencia del tendón y está predispuesto a mayor ruptura de fibras con el trabajo continuo, c) la hemorragia producida en el sitio de lesión y la liberación de mediadores inflamatorios, causan más daño a las fibras por compresión del hematoma (Gillis, 2014). La tendinitis del TFDP en la región metacarpiana o metatarsiana distal suele ser de origen traumático (Baxter, 2011).

En la región metacarpiana proximal el TFDP puede llegar a lastimarse aunque es infrecuente, excepto cuando está asociado con la desmitis crónica de su ligamento accesorio (Dyson, 1991; Higgins and Snyder, 2006; Ross and Dyson, 2011).

En la región metatarsiana la tendinitis del TFDP se observa con mayor frecuencia en caballos cazadores-saltadores, de salto y en sementales que han tenido años de trabajo y a menudo se presenta con sinovitis de la vaina tarsal (Gillis, 2014). La tendinitis del TFDP en la región metatarsiana proximal es una causa rara de

claudicación, las lesiones que se han identificado en esta región han sido en caballos de carrera jóvenes en entrenamiento, con claudicación asociada a una inflamación leve en la región metatarsiana plantar proximal (Ross and Dyson, 2011).

El líquido sinovial también es una posible causa de daño en el tendón, cuando se producen lesiones en los tendones donde se encuentran cubiertos por una vaina sinovial, las células internas del tendón pueden estar expuestas al líquido sinovial que actúa como sustancia extraña (Lesté-Lasserre, 2018).

Diagnóstico

Signos clínicos

La claudicación puede ser de leve a moderada, en grados de 1-3/5 y puede ser intermitente o transitoria, con signos típicos de inflamación como el aumento de temperatura, tamaño y dolor a la palpación del TFDP (Gillis, 2014).

En un estudio realizado durante 7 años, se observaron 24 caballos con evidencia ecográfica de tendinitis del TFDP en la región metacarpiana/metatarsiana, la mayoría de estos caballos presentaban claudicación y distensión de leve a moderada de la vaina digital en la extremidad afectada (Barr *et al.*, 1995).

En la región metacarpiana/metatarsiana la desmitis del ligamento accesorio del TFDP y la tendinitis del TFDS son los diagnósticos diferenciales (Baxter, 2011; Gillis, 2014). En el primer caso se debe tener cuidado ya que la proximidad entre el TFDP y su ligamento accesorio hace difícil la palpación de cada estructura, especialmente en casos de desmitis crónica del ligamento accesorio del TFDP (Ross and Dyson, 2011). En el segundo caso, la tendinitis del TFDP se puede confundir con la tendinitis del TFDS por su aspecto visual (Figura 223) (Baxter, 2011).

La tendinitis del TFDP en la porción proximal del tercer metatarsiano puede estar asociada con sinovitis de la vaina del tarso (Figura 224) (Baxter, 2011; Gillis, 2014).



Figura 223. Caballo con tendinitis del tendón flexor digital profundo en el aspecto distal del metacarpo (flechas), sin embargo, el aumento de tamaño es muy similar a la tendinitis del tendón flexor digital superficial (Tomado de Baxter, 2011).

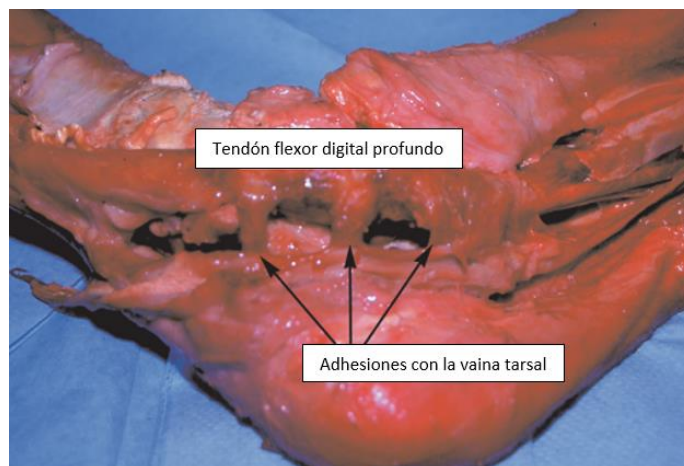


Figura 224. Sinovitis crónica severa de la vaina del tarso con adherencias al tendón flexor digital profundo que se observa fibroso y engrosado (Modificado de Gillis, 2004).

Imagenología

El ultrasonido evalúa la presencia y extensión del daño en el TFDP (Gillis, 2014). Los hallazgos ultrasonográficos que se pueden encontrar son ligero aumento de volumen del TFDP, pérdida de la definición de los márgenes, áreas hipoecoicas focales y pequeñas (Figura 225) (Ross and Dyson, 2011; Mair *et al.*, 2013), a

menudo circulares, también se puede encontrar mineralización concurrente con el tendón flexor digital superficial (Mair *et al.*, 2013).

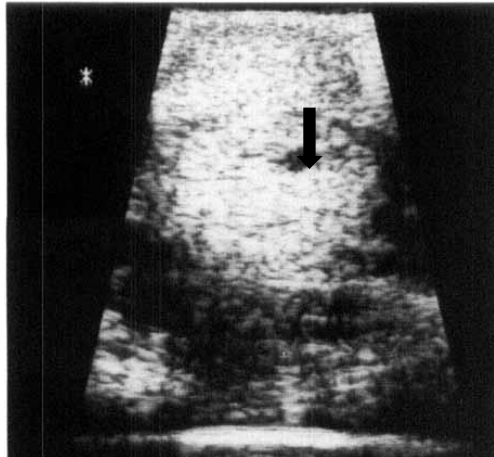


Figura 225. Ultrasonido transversal en la superficie plantar distal del metatarso izquierdo, 4 cm proximales a la articulación metatarsofalángica; se observa una lesión hipoecoica circular de 4 mm de diámetro en el TFDP (Tomada de Barr, 1995).

Tratamiento

El tratamiento médico de la tendinitis es muy similar a la tendinitis del tendón flexor digital superficial (Gillis, 2014). En casos de tendinitis aguda, se busca eliminar o reducir la inflamación se resuelven con un vendaje de presión, hidroterapia, masajes, sudores, DMSO tópico, junto con AINEs sistémicos y locales. Caldwell *et al.* (2004) menciona en su estudio que la aplicación de diclofenaco en gel puede ser un tratamiento útil solo o en combinación con AINEs sistémicos para la tendinitis del TFDP.

El descanso es recomendable junto con (Barr *et al.*, 1995; Higgins and Snyder, 2006; Mair *et al.*, 2013) un programa de ejercicio controlado con aumento progresivo, además de la evaluación ultrasonográfica periódica. También se puede combinar con terapia de ondas de choque extracorporales, tratamientos intralesionales como células madre mesenquimales o plasma rico en plaquetas y/o medicamentos antiinflamatorios (Mair *et al.*, 2013). Las células madre mesenquimales intralesionales han tenido éxito para casos de tendinitis del TFDP; tanto las células madre como el plasma rico en plaquetas en regiones donde la vaina

se encuentra involucrada no se obtienen resultados positivos (Mair *et al.*, 2013; Horse and Hound, 2016).

En casos donde se presenta tendinitis del TFDP y además desmitis de su ligamento accesorio se recomienda tratarse quirúrgicamente con la desmotomía del ligamento accesorio del TFDP para alargar la unidad musculotendinosa y prevenir el exceso de tensión en el tejido de reparación (Becker *et al.*, 1998); la literatura que respalda este tratamiento es limitada (Baxter, 2011).

Pronóstico

En el área de la caña el pronóstico es reservado para volver al ejercicio si es que solo el tendón flexor digital profundo está involucrado (Gillis, 2014). En casos donde la vaina digital se encuentre asociada el pronóstico será de reservado a desfavorable como lo reporta Barr *et al.* (1995) en su estudio de 24 casos solo 7 caballos regresaron a su actividad atlética debido a que la tendinitis del TFDP en el tercio distal de la caña estaba asociada a tenosinovitis de la vaina digital (Barr *et al.*, 1995).

6.8 Desmitis del Ligamento Accesorio del Tendón Flexor Digital Profundo

Desmitis del ligamento accesorio del tendón flexor digital profundo

El ligamento accesorio del tendón del flexor digital profundo es una continuación directa del ligamento palmar del carpo y se fusiona con el TFDP en el metacarpo proximal (Baxter, 2011). En los miembros pélvicos está ausente en una minoría de caballos, cuando está presente su morfología es muy variable (Muyllé *et al.*, 2009), por tal razón puede ser menos propenso a lesiones (Higgins and Snyder, 2006).

Etiología y Epidemiología

La desmitis del ligamento accesorio del TFDP es una lesión común en el miembro torácico, por detrás de la tendinitis del TFDS y la desmitis del LSM (Baxter, 2011).

Se presenta comúnmente en caballos de paseo, ponis y de salto (Dyson, 1991, Ross and Dyson, 2011; Gillis, 2014), en caballos de sangre caliente la incidencia también es alta (Van den Belt *et al.*, 1993). Los caballos pura sangre inglés también han sido afectados (McDiarmid, 2014) y es menos frecuente en caballos de carreras y caballos de concurso completo (Dyson, 1991, Ross and Dyson, 2011).

En el miembro torácico la desmitis del ligamento accesorio del TFDP es generalmente una lesión unilateral, rara vez ocurre de manera bilateral, (Ross and Dyson, 2011). Respecto a la edad la mayoría de casos son en caballos mayores de 8 años (Van den Belt *et al.*, 1993; McDiarmid, 1994; Boswell and Schramme, 2010; Ross and Dyson 2011; Gillis, 2014), lo cual se atribuye a cambios degenerativos y, estos pueden ser un factor predisponente para el desarrollo de la desmitis, ya que la cantidad de colágeno y el número de fibras de colágeno disminuyen con el aumento de la edad (Boswell and Schramme, 2010; Ross and Dyson, 2011). En un estudio de las propiedades mecánicas del ligamento accesorio del TFDP en relación con la edad, las fuerzas de falla en caballos más viejos fueron significativamente más bajas que las de caballos más jóvenes. La ruptura de fibras raramente se producen en caballos viejos por lo tanto el microtrauma repetitivo es lo que puede conducir una desmitis clínica (Becker *et al.*, 1994).

En los miembros pélvicos es una causa rara de claudicación (Ross and Dyson, 2011), y se ha encontrado con más frecuencia en las razas tipo Cob que se caracterizan por ser caballos compactos, con musculatura muy desarrollada y poseer miembros cortos (Eliashar *et al.*, 2005; Dyson, 2010), incluso en caballos Cuarto de Milla y sus cruzas (Dyson, 2010), así como en ponis. La desmitis generalmente es bilateral, desarrollándose simultánea o secuencialmente en cada miembro pélvico. Además se ha asociado con una tendencia a permanecer de pie con la articulación metatarsofalángica de la extremidad afectada parcialmente flexionada (Figura 226), lo que provoca el desarrollo de una deformidad por flexión (Eliashar *et al.*, 2005; Ross and Dyson, 2011).

La desmitis del ligamento accesorio del TFDP puede ser secundaria de una tendinitis del TFDP, ya que el tendón aumenta de tamaño y entra en contacto con

su ligamento accesorio y puede causar adherencias causando inflamación (Gillis, 2014). También la malformación congénita, la dieta, el ejercicio, el uso excesivo de hiperextensión de la extremidad durante el trabajo contribuyen a la desmitis del ligamento del TFDP (Gillis, 2014).



Figura 226. Poni de 6 años de edad con una deformidad en la flexión de la articulación metatarsofalángica izquierda asociada con desmitis crónica del ligamento accesorio del TFDP. El poni no pudo colocar el talón en el suelo, incluso cuando estaba sedado (Tomado de Ross and Dyson, 2011).

Diagnóstico

Signos clínicos

La claudicación es aguda generalmente después del ejercicio y se asocia con inflamación visual y palpable en la parte proximal de la región metacarpiana, dorsal al TFDS (Dyson, 1991; Van den Belt *et al.*, 1993; Higgins and Snyder, 2006; Baxter, 2011; Ross and Dyson, 2011; Gillis, 2014). A la palpación el dolor con mayor frecuencia es en la unión del ligamento accesorio con el TFDP (Gillis, 2014).

En el miembro pélvico se asocia con claudicación de inicio agudo, o claudicación insidiosa en asociación con la incapacidad de cargar el talón y se puede observar una semiflexión de la articulación metatarsofalángica (Figura 226) (Eliashar *et al.*, 2005; Dyson, 2010). En caballos tipo Cob la inflamación en la región del metatarso

proximal, la inspección visual y la palpación pueden dificultarse por el pelo largo, denso y una piel gruesa (Eliashar *et al.*, 2005).

La analgesia perineural de los nervios palmares/plantares lateral y medial deben mejorar la claudicación (Gillis, 2014). La analgesia perineural de los nervios medio y cubital deben eliminar la claudicación (Ross and Dyson, 2011). Dyson (2010) menciona que en miembros pélvicos es difícil eliminar completamente la claudicación con cualquier técnica analgésica local y los falsos bloqueos negativos pueden ser confusos.

Imagenología

Mediante el ultrasonido se observa aumento de volumen del diámetro del ligamento accesorio del TFDP e hipoecogenicidad de todo el ligamento (Figura 227) (Smith and Cauvin, 2014); áreas hipoecoicas más focales se pueden asociar a edema, hemorragia o daño de la fibra (Denoix and Busoni, 1999; Baxter, 2011; Gillis, 2014). Algunas lesiones focales sólo serán visibles si el transductor se mueve sobre la superficie palmarolateral del miembro torácico (Figura 228), en la misma posición se puede detectar la formación de adherencias entre los bordes lateral y medial, en casos crónicos es menos común observarlas en el borde medial del ligamento accesorio del TFDP y del TFDS (Smith and Cauvin, 2014).

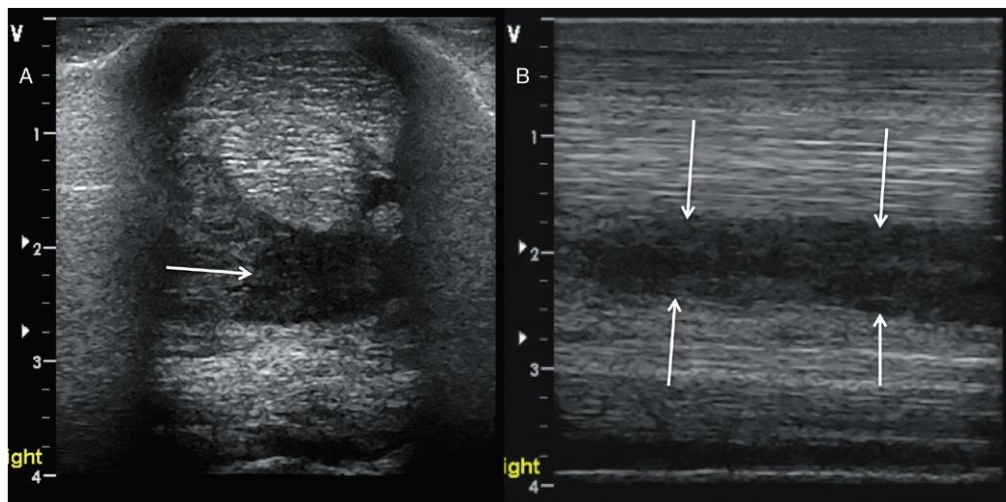


Figura 227. Ultrasonido (A) transversal y (B) longitudinal de la desmitis del ligamento accesorio del tendón flexor digital profundo; las flechas señalan el ligamento que se observa totalmente hipoecoico, como un espacio entre los tendones flexores y el ligamento suspensor del menudillo (Tomado de Smith and Cauvin, 2014).

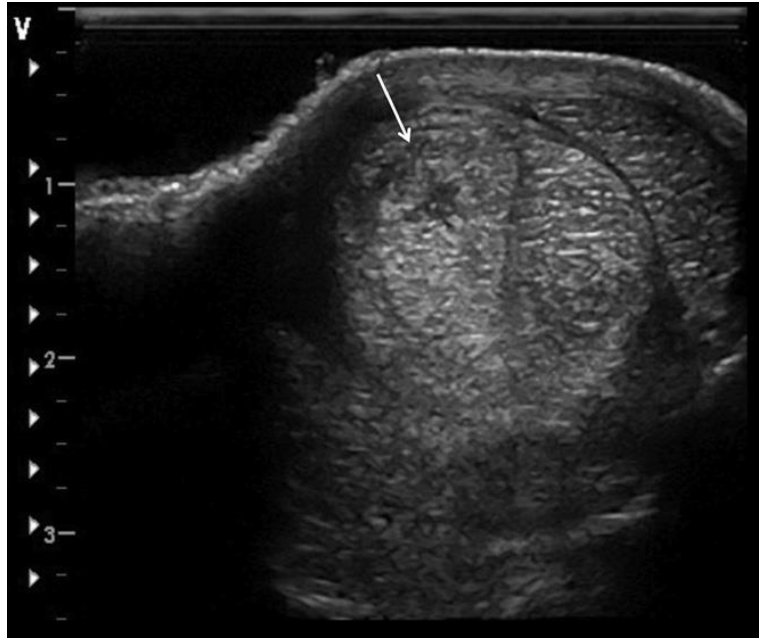


Figura 228. Ultrasonido transversal sobre el aspecto palmarolateral de la región metacarpiana proximal la flecha señala una lesión focal en el ligamento accesorio del tendón flexor digital profundo esta lesión no es visible desde una vista palmar estándar (Tomado de Smith and Cauvin, 2014).

La desmitis del ligamento accesorio del TFDP puede hacer que el TFDP este rodeado y comprimido por el TFDS y por su ligamento accesorio, pudiendo ser fuente adicional de dolor crónico y asociado con la desmitis del ligamento accesorio (Figura 229) (Gillis, 2014).

En miembros pélvicos las lesiones en el ligamento accesorio del TFDP se pueden pasar por alto fácilmente, por lo que es importante obtener una imagen desde la superficie plantaromedial de la región metatarsiana proximal. Los hallazgos incluyen pérdida difusa de la ecogenicidad, agrandamiento del ligamento (Figura 230), demarcación deficiente de los márgenes del ligamento (Dyson, 2010; Smith and Cauvin, 2014). Sin embargo, la evaluación ecográfica es complicada para razas tipo Cob por la piel gruesa (Dyson, 2010).

Las lesiones del ligamento accesorio del TFDP que no se detectan con ultrasonido se identificaron con imágenes de resonancia magnética (Ross and Dyson, 2011; Yiannikouris *et al.*, 2011). En un estudio de 45 caballos con claudicación localizada en la región metacarpiana/metatarsiana proximal, fueron evaluados con imágenes

de resonancia magnética 16 caballos presentaron desmitis del ligamento accesorio del TFDP, las anomalías observadas incluían señal alta anormal, aumento de volumen (Figura 231) o alteración de la forma (Brokken *et al.*, 2007).

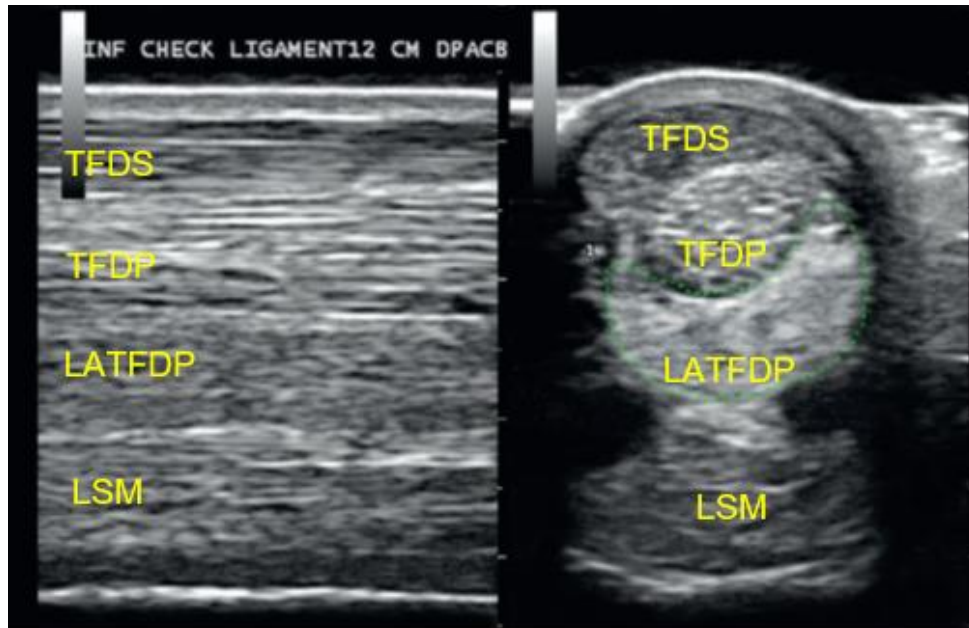


Figura 229. Ultrasonido longitudinal y transversal del ligamento accesorio del TFDP, se observa un patrón de fibra normal en la vista longitudinal y ampliación del ligamento accesorio, además de múltiples áreas pequeñas hipoeoicas; en la imagen transversal se observa la compresión del TFDP; TFDS: tendón flexor digital superficial; TFDP: tendón flexor digital profundo; LATFDP: ligamento accesorio del tendón flexor digital profundo; LSM: ligamento suspensor del menudillo (Tomado de Smith and Cauvin, 2014).

Tratamiento

El tratamiento difiere de la tendinitis del TFDS o el TFDP ya que el ligamento accesorio del TFDP no se considera fundamental para soportar la carga pero previene el estiramiento excesivo del TFDP y lo ayuda a la flexión de la extremidad además de facilitar la extensión del carpo, por lo que los tratamientos están más orientados a eliminar el dolor y la claudicación (Baxter, 2011).

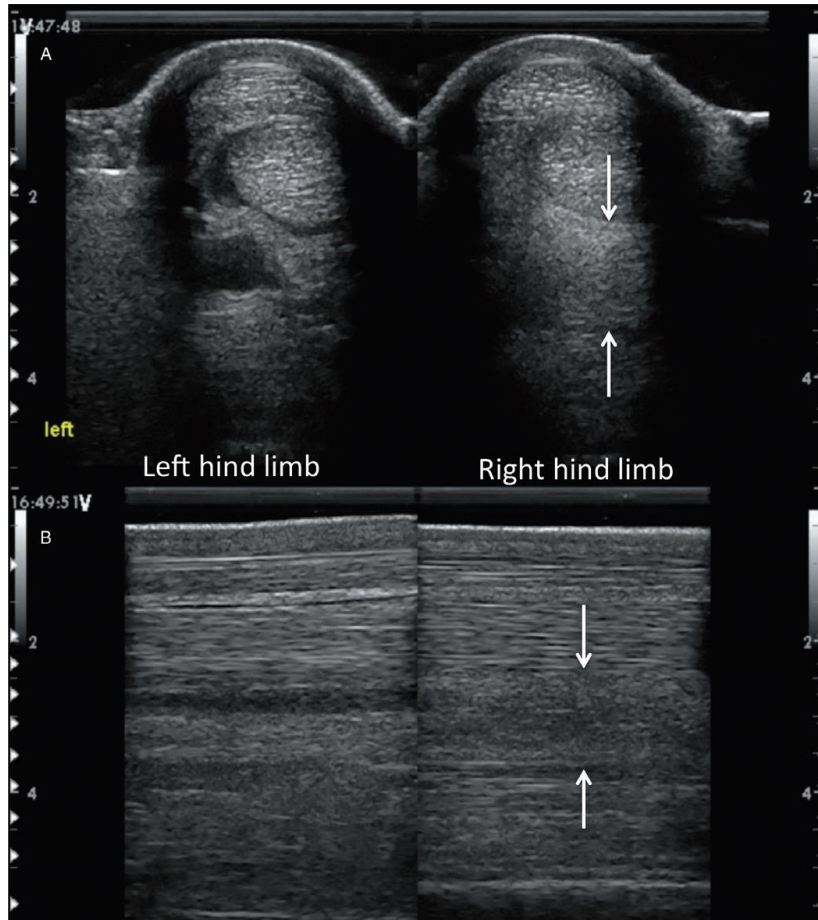


Figura 230. Ultrasonidos transversales y longitudinales de la región metatarsiana proximal; desmitis del ligamento accesorio del TFDP en el miembro pélvico derecho, las flechas muestran la ampliación del ligamento en la superficie dorsal del TFDP (Tomado de Smith and Cauvin, 2014).

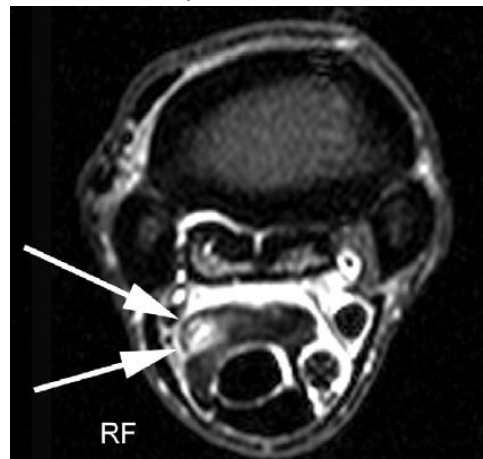


Figura 231. Resonancia magnética, las flechas señalan el aumento anormal de la intensidad de señal y un engrosamiento de la porción lateral del ligamento accesorio del tendón flexor digital profundo del miembro torácico derecho (Tomado de Sampson *et al.*, 2007).

Tratamiento médico

El tratamiento médico para lesiones primarias agudas se inicia con descanso y ejercicio controlado (Baxter, 2011; Boswell and Schramme, 2010; Ross and Dyson, 2011; Mair *et al.*, 2013), durante mínimo tres meses y se debe continuar la evaluación ultrasonográfica hasta que el ligamento tenga una ecogenicidad similar a la del TFDP en una vista longitudinal y transversal (Ross and Dyson, 2011; Gillis, 2014). La administración de AINEs se debe realizar si el caballo no apoya el miembro para evitar una deformidad flexural secundaria en la articulación del menudillo y si existe desbalance del casco debe de ser corregido (Ross and Dyson, 2011). También se recomienda el uso de herraduras con talón para disminuir la tensión en el ligamento accesorio del TFDP y así permitir que se alivie la tensión en el ligamento durante el tratamiento (Boswell and Schramme, 2010).

El tratamiento tópico con AINEs y corticosteroides puede ser efectivo (Gillis, 2014). También hay informes de tratamientos exitosos con la infiltración de médula ósea, plasma rico en plaquetas o terapia con células madre mesenquimales (Ross and Dyson, 2011). El tratamiento ha incluido empíricamente AINEs orales y la infiltración intralesional con ácido hialurónico para reducir las adherencias, e inyección de esteroides intralesionales y periligamentosos para reducir el dolor y la inflamación (Dyson, 1999). Dyson (2011) menciona que ha tratado seis caballos con lesiones crónicas del ligamento accesorio del tendón flexor digital profundo en miembros torácicos con células madre mesenquimales y los resultados han sido positivos, las diferencias radican en la cronicidad de la lesión, el inicio del tratamiento y el tipo de caballo. Las lesiones agudas tienen mejor respuesta, los ponis tienen mejor resultado en comparación con caballos Warmblood.

Tratamiento quirúrgico

El tratamiento quirúrgico es la desmotomía del ligamento accesorio del TFDP, que se indica en caballos con desmitis crónica y recurrente, en casos donde hay adherencias entre el ligamento accesorio del TFDP y el TFDS, o en aquellos donde las articulaciones del menudillo y la interfalángica distal se encuentran flexionadas (Becker *et al.*, 1998; Higgins and Snyder, 2006; Boswell and Schramme, 2010;

Baxter, 2011; Ross and Dyson, 2011; Yiannikouris *et al.*, 2011; Mair *et al.*, 2013; Gillis, 2014; Kümmerle *et al.*, 2019). El ligamento tratado sana por tejido cicatricial que es inferior en fuerza al ligamento normal, pero el ligamento será más largo, y esto puede reducir la tensión sobre él y, por lo tanto, reducir los riesgos de lesión (Ross and Dyson, 2011; Yiannikouris *et al.*, 2011). El número de resultados publicados para el tratamiento de la desmotomía del ligamento accesorio del TFDP es limitado; Dyson (2011) menciona que la desmotomía la considera exitosa para caballos con desmitis crónica, sin embargo, en casos donde además existe tendinitis del TFDS o caballos con deformidad en la articulación del menudillo los resultados son desfavorables. En un estudio de caballos adultos a los que se les realizó la desmotomía del ligamento accesorio del TFDP en miembros torácicos, el 75% pudo regresar a su uso previo y se reportó aumento de volumen persistente en el sitio quirúrgico (Yiannikouris *et al.*, 2011). Kümmerle *et al.* (2019) menciona que además puede considerarse la desmectomía, es decir la resección quirúrgica completa del ligamento accesorio del TFDP.

Pronóstico

Los caballos con lesiones agudas tienen un pronóstico reservado, los caballos con lesiones recurrentes tienen un pronóstico desfavorable (Ross and Dyson, 2011). Sin embargo, al igual que con otras lesiones de tendones y ligamentos, la claudicación se resuelve mucho antes de que se complete la curación porque el regreso del caballo al trabajo debe basarse en los resultados de las evaluaciones ultrasonográficas periódicas (Dyson, 1991).

El pronóstico para el regreso al ejercicio en caballos con desmitis crónica del ligamento accesorio del TFDP es desfavorable (Dyson 1991; Van den Belt *et al.*, 1993; McDiarmid 1994; Boswell and Schramme, 2010).

En un estudio de 27 caballos, 12 (44%) reanudaron el trabajo dentro de los 5 meses y 10 (37%) finalmente reanudaron el trabajo completo (Dyson, 2011).

Algunos caballos con desmitis del ligamento accesorio del tendón flexor digital profundo pueden desarrollar de manera secundaria tendinitis del TFDS,

especialmente si existe evidencia de deformidad a la flexión (Ross and Dyson, 2011). La ruptura de las adherencias entre el ligamento accesorio del TFDP y el TFDS puede causar dolor transitorio (Gillis, 2014).

El pronóstico en miembros torácicos es reservado, Dyson (1991) reporta que un 43% de los casos regresaron a su nivel de rendimiento previo. Eliashar *et al.* (2005) menciona que el pronóstico de la desmitis del ligamento accesorio del TFDP en miembros pélvicos varía de reservado a desfavorable, además que los cambios posturales son irreversibles en un 90% de los casos, con o sin cirugía.

6.9 Laceraciones en Tendones

La laceración es una herida que se presenta en la piel y en el tejido blando, en la región metacarpiana o metatarsiana provoca que los tendones sufran una ruptura que puede ser parcial o completa. En los caballos las laceraciones de tendones son lesiones graves debido a la pérdida de la función biomecánica del tendón, el lento retorno de la fuerza del tendón, la carga extenuante inmediata exigida por el caballo y las complicaciones de la reparación (Bertone, 1995; Dyson and Bertone, 2011). No obstante, un diagnóstico temprano, el manejo de la herida, el apoyo de las extremidades, el tratamiento médico y el manejo quirúrgico a largo plazo han dado como resultado un pronóstico general para el regreso a su función atlética en laceraciones de tendones flexores de aproximadamente un 50% y el 70% para laceraciones de tendones extensores (Jann, 2004), lo anterior se ha atribuido a las diferentes funciones biomecánicas de los tendones (Jansson, 1995).

6.10 Laceración de los tendones flexores

Etiología y epidemiología

La superficie flexora palmar o plantar de la región de la caña con frecuencia se traumatiza debido a lesiones provocadas por cables circunferenciales y al aterrizar sobre objetos afilados al tratar de huir, por patadas o durante un movimiento a alta velocidad (Bertone, 1995; O'Sullivan, 2007; Dyson and Bertone, 2011). La

laceración del TFDS es la más común porque tiene la posición más superficial de los tendones flexores y, por lo tanto, el LSM es el menos común por ser el que se encuentra más profundo a la piel (Bertone, 1995; Dyson and Bertone, 2011). Heridas muy profundas pueden lacerar el TFDS y el TFDP, o el TFDS, el TFDP y el LSM (Dyson and Bertone, 2011).

Diagnóstico

La inspección visual de la herida puede mostrar las fibras tendinosas transectadas, (Bertone, 1995; Dyson and Bertone, 2011). La palpación de la herida puede revelar la extensión de la laceración de los tendones, las heridas deben prepararse de forma aséptica antes de la exploración digital y deben usarse guantes estériles (Baxter, 2011; Dyson and Bertone, 2011).

Los tendones flexores lacerados provocan claudicación y diversos grados de hiperextensión de la articulación del menudillo y/o de la articulación interfalángica distal cuando el caballo está cargando peso (Bertone, 1995; Jann, 2004; Schultz, 2004; Higgins and Snyder; 2006; O 'Sullivan, 2007; Dyson and Bertone, 2011). Si la interrupción de fibras es del TFDS se observará hiperextensión de la articulación del menudillo; si tanto el TFDS como el TFDP se transectan las articulaciones interfalángica distal y el menudillo se hiperextienden y, las laceraciones que involucran el TFDS, TFDP y el LSM producen una hiperextensión grave donde el menudillo entra en contacto con el piso e hiperextensión de la articulación interfalángica distal (Figura 332) (Bertone, 1995; Jann, 2004; O 'Sullivan, 2007; Baxter, 2011, Dyson and Bertone, 2011; Mair *et al.*, 2013; Schumacher and Stashak, 2017; Kümmerle *et al.*, 2019).

Durante la inspección de la herida es importante evaluar la irrigación y la inervación, ya que en ocasiones el traumatismo suele ser grave en caballos con tendones flexores lacerados por la pérdida de sangre que puede ser extensa si se han afectado las arterias principales de la extremidad. Los parámetros clínicos a tomar en cuenta para determinar el grado de shock e hipovolemia son el pulso periférico, la frecuencia cardíaca y el color de las mucosas (López y Rodríguez, 1993; Bertone, 1995; Dyson and Bertone, 2011).

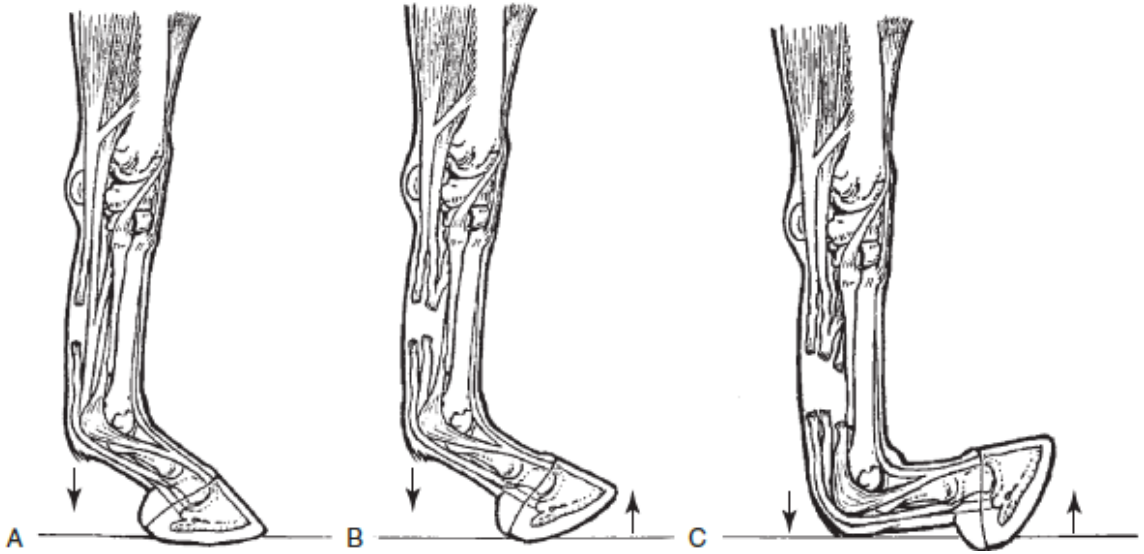


Figura 232. **A)** Hiperextensión de la articulación del menudillo cuando el TFDS se lacera proximal a la articulación. **B)** Hiperextensión relativa de la articulación del menudillo y elevación del casco sobre el suelo cuando se transectan el TFDS y el TFDP. **C)** Pérdida del soporte de la articulación del menudillo e hiperextensión de la articulación interfalángica distal, cuando se transectan los tendones flexores y el LSM (Tomado de Kümmeler *et al.*, 2019).

Un aspecto crítico es la ubicación de la herida y su relación donde los tendones están rodeados de su vaina sinovial, cualquier herida que penetre en estas zonas es vital para iniciar un proceso séptico. La tenosinovitis séptica es difícil de tratar e incluso puede ser mortal (Jann, 2004; O'Sullivan, 2007; Dyson and Bertone, 2011; Kümmeler *et al.*, 2019).

Tratamiento

El tratamiento inicia con el manejo rutinario de primeros auxilios de todas las heridas, posteriormente el desbridamiento, reparación, cierre de la herida, la tenorrafia y el soporte mecánico postoperatorio durante aproximadamente 6 semanas es lo que se indica para laceración de tendones flexores (Baxter, 2011; Dyson and Bertone, 2011; Mair *et al.*, 2013). Estos procedimientos requieren sedación, restricción y analgesia local o regional (Bertone, 1995; Dyson and Bertone, 2011).

Tratamiento médico

El tratamiento inmediato se dirige a evitar un daño adicional a las estructuras vasculares y neurales, eliminar la contaminación, estabilizar la extremidad antes de mover el caballo a un lugar apropiado para el tratamiento. La contaminación debe eliminarse antes de vendar la extremidad, para proteger la herida de mayor contaminación (López y Rodríguez, 1993; Bertone, 1995; Dyson and Bertone, 2011). Es importante tener en cuenta que lo más importante es la capacidad para prevenir o controlar infecciones ya que la inflamación o supuración bacteriana puede conducir a más lisis del tejido tendinoso a través de la formación de colagenasas producidas por bacterias (Bertone, 1995; Jann, 2004). Se continúa a estabilizar la extremidad, para evitar daños adicionales al miembro ya disfuncional; se recomienda que para laceraciones que afectan a más del 50% del tendón justifican la inmovilización con una fijación externa rígida o con una férula (Jann, 2004; O`Sullivan, 2007) la manera más efectiva y mejor de inmovilizar es utilizar una férula de Kimzey (Figura 233) (Bertone, 1995; Jann, 2004; O`Sullivan, Baxter, 2011; 2007 Dyson and Bertone, 2011). Si está involucrado un tendón flexor del miembro torácico, la férula se coloca dorsalmente y el menudillo se inserta en la férula; si es en la extremidad pélvica la férula se coloca en la superficie plantar y el dedo se retrae en la férula (Figura 234) (Jann, 2004; O`Sullivan, 2007). En caso de ser necesario transportar al caballo, la extremidad lesionada se coloca en la parte trasera del remolque (Bertone, 1995; Dyson and Bertone, 2011).

Durante el desbridamiento de la herida se elimina la contaminación, se realiza un lavado de la herida con solución antiséptica, el tendón lacerado se recorta en sus bordes para eliminar el tejido traumatizado, contaminado o avascular (Bertone, 1995; O`Sullivan, 2007; Dyson and Bertone, 2011), también se recomienda administrar un toxoide tetánico si no existe historial de vacunación y administración sistémica de antibióticos (Bertone, 1995; Dyson and Bertone, 2011).



Figura 233. **A)** Dos férulas de Kimzey modelo de miembro torácico y **B)** Férula de Kimzey colocada en un miembro torácico (Tomado de O'Sullivan, 2007).



Figura 234. Férula de PVC, **A)** en el miembro torácico se coloca dorsalmente y **B)** en el miembro pélvico se coloca en la superficie plantar (Tomado de Jann, 2004).

Ya realizado el desbridamiento se toma la decisión si el tendón lacerado será suturado para obtener un cierre primario de la herida o permitir que cierre por segunda intención; la decisión se basa en el grado de contaminación, cronicidad de la lesión o presencia de infección (Bertone, 1995, O'Sullivan, 2007). La situación ideal para realizar una tenorrafia es una laceración aguda (menor de 6 horas) con contaminación mínima y que involucra más del 50% del tendón. Las laceraciones con mayor contaminación son candidatas a cierre primario retardado entre 4 y 6 días posteriores a la lesión se inmoviliza el miembro, se aplica un vendaje estéril y

se administran antibióticos sistémicos (Jann, 2004; O'Sullivan, 2007). Por otro lado en los tendones flexores que no fueron suturados, y se trataron solo con inmovilización del miembro con una fijación externa rígida se produjo una reparación significativamente débil provocando que la articulación del menudillo permaneciera hiperextendida (Dyson and Bertone, 2011).

Tratamiento quirúrgico

El tratamiento quirúrgico de laceraciones en tendones flexores en la región de la caña tiene el objetivo de disminuir el espacio de separación entre los extremos del tendón, una interferencia mínima de la vasculatura y prevenir adherencias (O'Sullivan, 2007; Dyson and Bertone, 2011). Si los extremos del tendón se pueden unir, la tenorrafia se puede realizar utilizando una sutura absorbible monofilamento, como: polidioxanona o poligliconato (Higgins and Snyder, 2006; Kümmerle *et al.*, 2019), se menciona que este tipo de sutura produjo mayor fuerza de reparación que con suturas de fibra de carbono (Dyson and Bertone, 2011). Los patrones de sutura utilizados son: "Kessler" (Figura 335) y la polea de tres bucles (Figura 336) (Bertone, 1995; Jann, 2004; Higgins and Snyder, 2006; O'Sullivan, 2007; Baxter, 2011; Mair *et al.*, 2013; Kümmerle *et al.*, 2019).

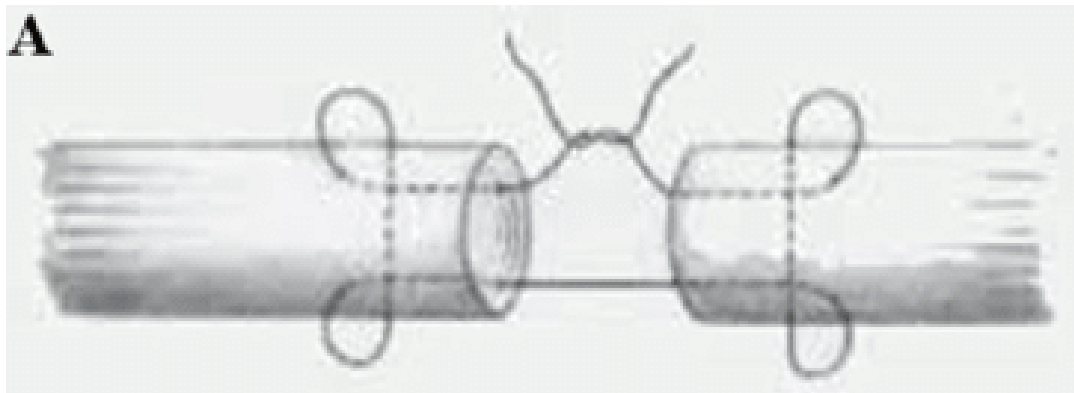


Figura 235. Patrón de sutura "Kessler" (Tomado de Vieira *et al.*, 2014).

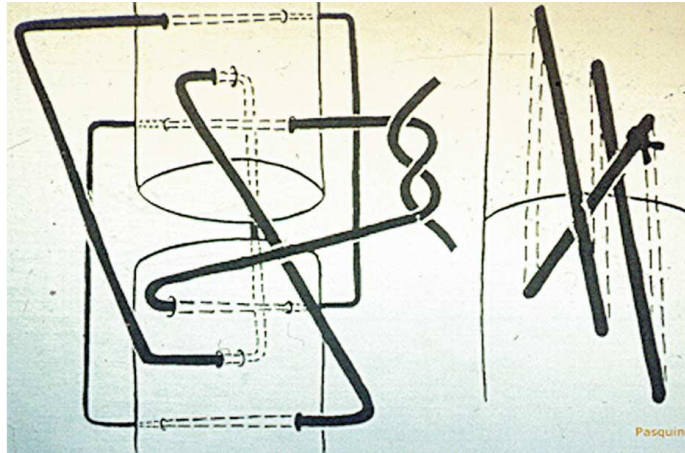


Figura 236. Patrón de sutura utilizado para laceraciones de tendones flexores, "polea de tres bucles" (Tomado de Jann, 2004).

O'Sullivan (2007) menciona que prefiere usar la polea de tres bucles ya que es más fácil de practicar y realizar, es la más resistente a la formación de espacios, se utiliza menos material de sutura, no dobla los extremos de los tendones y es menos perjudicial para la red vascular.

Si el espacio entre los extremos del tendón es muy grande, los extremos de los tendones se pueden dejar después del desbridamiento, se cierra la herida y se inmoviliza con un yeso la extremidad, o se puede usar un implante para mantener la alineación de los extremos del tendón. El material ideal para el implante de tendón tendría propiedades biomecánicas similares a las del tendón normal. Se han utilizado diversos materiales de implantes para reparar los tendones flexores lacerados, que incluyen fibra de carbono, terileno (poliéster), injertos de tendones extensores autólogos, suturas de acero e implantes de anclaje y ácido poli-L-láctico (Figura 337) (Eliashar *et al.*, 2001).

Durante el cierre de la herida, se debe poner atención en cubrir el sitio de la tenorrafia con el paratendón, pues este proporciona la mayoría de células progenitoras para la curación (Bertone, 1995; O'Sullivan, 2007). El tejido subcutáneo y la piel también deben cerrarse tanto como sea posible (Jann, 2004;

Schumacher and Stashak, 2017), para apoyar el proceso de curación y ayudar a prevenir la formación de tejido de granulación exuberante (Jann, 2004).



Figura 237. Ultrasonido longitudinal de un caballo, seis meses después de la inserción de un implante de ácido poliláctico para la reparación de laceración del TFDS y TFDP; se puede observar el implante hiperecoico dentro de un tejido fibroso prominente, que ha comenzado a mostrar un patrón estriado similar al de un tendón normal (Tomado de Eliashar *et al.*, 2001).

Posterior a la cirugía se coloca una fijación externa rígida, para permitir la revascularización y permitir que la reparación del tendón continúe. La inmovilización se realiza desde el carpo o tarso hasta el casco, se estabilizan las articulaciones del menudillo e interfalángicas. En miembros torácicos deben hacerse con el casco en ligera flexión para negar la tensión tendinosa, en miembros pélvicos se colocan en flexión parcial para anular la tensión de los tendones flexores cuando se flexiona el corvejón (Jann, 2004; Schultz, 2004; Dyson and Bertone, 2011; Kümmelerle *et al.*, 2019). La inmovilización se requiere por un mínimo de 6 a 8 semanas y no más de 12 semanas, se requiere cambiar el yeso alrededor de cada 4 semanas, ya que por periodos prolongados se pueden producir úlceras por presión o por fricción y una posible infección (Bertone, 1995; O'Sullivan, 2007). Posterior a la extracción de la fijación externa el tratamiento se enfoca en un apoyo adecuado a la articulación del menudillo, que se puede hacer con una férula palmar/plantar aplicada sobre un vendaje de Robert Jones modificado (Figura 338 y 339). Los herrajes de soporte del menudillo y para prevenir la hiperextensión de la articulación interfalángica distal también son recomendados por 6 a 8 semanas (Figura 240) (O'Sullivan, 2007; Dyson and Bertone, 2011; Kümmelerle *et al.*, 2019).



Figura 238. Férula y herraje modificado para proporcionar soporte a la articulación del menudillo. **A)** La herradura con extensión de talón y **B)** gasa enrollada bajo la articulación del menudillo (Tomada de O'Sullivan, 2007).



Figura 239. **C)** La férula se coloca palmar unida distalmente a la herradura con ayuda de un alambre y **D)** la férula junto con la extremidad y la gasa enrollada se enrollan con cinta adhesiva (Tomada de O'Sullivan 2007).

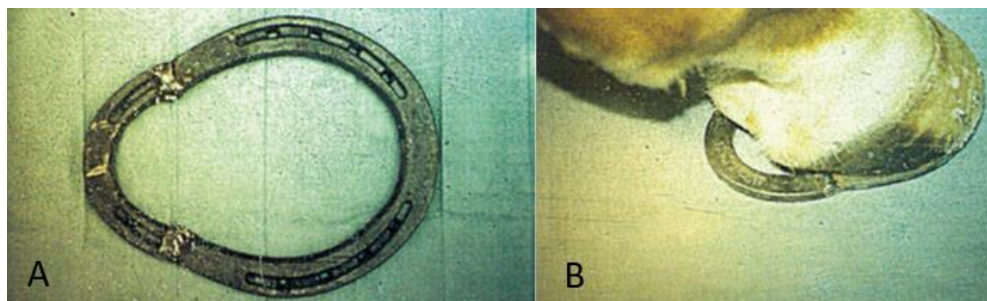


Figura 240. **A)** Herradura con extensión de talón que se utiliza para prevenir la hiperextensión de la articulación interfalángica distal después de la reparación y la extracción del yeso para la laceración del TFDP. **B)** Herradura con extensión del talón, que demuestra la longitud necesaria de la extensión del talón (Tomada de Jann, 2004).

El reposo es necesario durante 2 a 3 meses adicionales, después del cual se puede iniciar un programa de ejercicio controlado. El monitoreo ultrasonográfico de la reparación del tendón es útil para evaluar la integridad de la reparación del tendón. Generalmente se requiere un mínimo de 8 a 12 meses antes de poder reanudar a su función zootécnica (Bertone, 1995; Jann, 2004; Dyson and Bertone, 2011; Kümmerle *et al.*, 2019).

En caballos con laceración parcial de tendones flexores pueden tratarse con éxito sin suturar, pero debe cerrarse la herida e inmovilizar la extremidad. Si la extremidad está inmovilizada, las fibras restantes del tendón proporcionan la estabilidad para que los extremos del tendón desgarrado permanezcan en la aposición y brinden la fuerza necesaria para evitar que el tendón se desgarre durante la curación (Dyson and Bertone, 2011).

Pronóstico

El pronóstico es desfavorable en laceraciones de tendones flexores especialmente si está involucrado más de un tendón o si involucra al LSM. El pronóstico se ve afectado por posibles complicaciones como la presencia de una infección, una tendinitis necrotizante, hiperextensión de la articulación del menudillo, adherencias peritendinosas, complicaciones por la fijación externa rígida, formación de tejido de granulación exuberante, deformidad por flexión y laminitis en el miembro opuesto (Baxter, 2011; Mair *et al.*, 2013; Kümmerle *et al.*, 2019). Se menciona que el 41% de los caballos regresa a un trabajo limitado y solo el 18% regresa a su función zootécnica (Jann, 2004). El pronóstico puede mejorar cuando las laceraciones son parciales, así como si ocurren en miembros pélvicos (O`Sullivan; 2007).

6.11 Laceración de los tendones extensores

Etiología y epidemiología

Las laceraciones del tendón extensor digital común (miembros torácicos), el tendón flexor digital largo (miembros pélvicos) y el tendón extensor digital lateral en la región metacarpiana/metatarsiana son las más comunes (Jansson, 1995; Kümmerle *et al.*, 2019) que en los tendones flexores, además, ocurren frecuentemente en los miembros pélvicos que en los miembros torácicos (Belknap *et al.*, 1993; Jansson, 1995; Jann, 2004; Schultz, 2004; Baxter, 2011; Elliott *et al.*, 2012; Schumacher and Stashak, 2017). En un estudio de 53 casos de laceraciones en tendones extensores el 89% se localizaron en miembros pélvicos (Belknap *et al.*, 1993). En otro estudio 21 de 22 casos de laceraciones de tendones extensores fueron en miembros pélvicos (Jansson, 1995).

El aspecto dorsal de la región de la caña a menudo se daña con un alambre o un objeto afilado sobre el cual el caballo salta o en el cual se enreda durante el movimiento hacia adelante (Bertone, 1995; Jansson, 1995; Dyson and Bertone, 2011; Elliott *et al.*, 2011; Schumacher and Stashak, 2017; Kümmerle *et al.*, 2019).

Diagnóstico

La inspección visual directa es fundamental, los tendones se colocan directamente debajo de la piel, por lo tanto, a través de las heridas pueden verse los tendones seccionados por completo, o revelar el porcentaje de fibras tendinosas que se han seccionado (Spurlock, 1989; Dyson and Bertone, 2011). Se debe determinar si la vaina del tendón (Spurlock, 1989; Dyson and Bertone, 2011) o el hueso han sido dañados. La laceración dorsal, lateral o medial de la región metacarpiana o metatarsiana puede exponer un área del hueso y lastimar el periostio (Jansson, 1995; Baxter, 2011; Schumacher and Stashak, 2017). Lo anterior puede predisponer a que se desarrolle un secuestro óseo, pues el trauma puede privar al hueso de suministro de sangre perióstica (Schumacher and Stashak, 2017).

Las laceraciones de los tendones extensores pueden no producir una claudicación evidente (Elliott *et al.*, 2011; Kümmerle *et al.*, 2019), pero cuando el caballo camina

se puede ver una capacidad reducida para extender la extremidad, y se puede observar una disfunción típica que se caracteriza por la flexión de la articulación del menudillo durante la marcha (Figura 241B) (Jann, 2004; Schultz, 2004; Mair *et al.*, 2013). También puede arrastrar el casco al caminar o el caballo se tropieza en la parte dorsal de la articulación del menudillo (Spurlock, 1989; Bertone, 1995; Dyson and Bertone, 2011; Schumacher and Stashak, 2017; Kümmerle *et al.*, 2019). Algunos caballos son capaces de soportar todo el peso (Figura 241A) sobre el miembro afectado a menos que la herida produzca dolor y claudicación (Bertone, 1995; Jansson, 1995; Dyson and Bertone, 2011).



Figura 241. A) Laceración de tendones extensores se observa que el miembro es capaz de soportar peso (Tomada de Baxter, 2011). B) Pérdida de la función del extensor digital secundaria a la laceración del tendón extensor, lo que resulta en una flexión de la articulación del menudillo (Tomada de Kümmerle *et al.*, 2019).

La palpación de la herida es una manera simple y directa de determinar el alcance de daño a las estructuras debajo de la piel; los extremos de los tendones a menudo son palpables debajo de la piel proximal y distal a la herida (Bertone, 1995; Dyson and Bertone, 2011). Previa palpación es fundamental la antisepsia de la herida, se debe utilizar alguna solución antiséptica, los residuos gruesos se retiran manualmente, debe utilizarse guantes estériles después de que la herida este limpia (Bertone, 1995; Dyson and Bertone, 2011).

La evaluación por ultrasonido es complicada, pero puede cuantificar el grado de daño del tendón, particularmente en caballos con desgarros parciales (Crass *et al.*, 1992; Bertone, 1995; Dyson and Bertone, 2011)

Tratamiento

Los mismos pasos que se describen en la laceración de tendones flexores, se aplican en tendones extensores, sin embargo, los tendones extensores se reparan notablemente bien sin tenorrafia y responden bien al cierre por segunda intención, incluso si el espacio es relativamente grande entre los extremos del tendón (Jann, 2004; Schultz, 2004; Baxter, 2011; Dyson and Bertone, 2011; Mair *et al.*, 2013; Kümmerle *et al.*, 2019). Jansson (1995) menciona que los intentos de suturar los tendones extensores se han desalentado ya que pueden retrasar la curación de las heridas. Aunque también se ha sugerido que los extremos del tendón pueden suturarse en casos de contaminación mínima de la herida; en contra parte no se ha encontrado asociación entre el resultado final y la tenorrafia en tendones extensores (Baxter, 2011)

La herida debe ser desbridada, irrigada y cerrada si es posible. El tejido fibroso cicatrizal se formará gradualmente entre los dos extremos del tendón. Un período de 4 a 6 semanas de reposo hasta que la herida haya cicatrizado suele ser todo lo que se requiere. Se puede aplicar férula o una fijación externa rígida si es necesario para eliminar las protuberancias en la unión de la articulación del menudillo (Jansson, 1995; Schumacher and Stashak, 2017; Kümmerle *et al.*, 2019).

Elliott *et al.* (2012) trató las laceraciones de tendones extensores de la siguiente forma, las heridas se desbridaron para eliminar el tejido necrótico e inviable, las heridas de la piel se suturaron, se colocó un apósito primario no adhesivo y estéril sobre la herida y se vendó la extremidad, con dos capas de algodón, se mantuvo en con una venda elástica, se aplicó una capa de yeso desde la región metatarsiana proximal hasta el casco y se trató con antibioterapia.

Al igual que en tendones flexores está indicada la evaluación periódica por ultrasonido, que al inicio mostrará la fibrosis de los extremos de los tendones

(Bertone, 1995; Jansson, 1995; Dyson and Bertone, 2011) que se volverá más organizada y recuperará la disposición lineal del colágeno a lo largo del patrón del tendón original. El tejido fibroso al inicio es un enlace mecánico entre los extremos del tendón porque la función de extender el dedo regresa en la mayoría de los caballos (Dyson and Bertone, 2011).

Pronóstico

El pronóstico en comparación con los tendones flexores es mejor, debido a su función de extender la extremidad en comparación de los tendones flexores que soportan peso, por lo que el regreso a la fuerza total del tendón puede ocurrir antes que los tendones flexores (Schultz, 2004; Mespoulhès-Rivière *et al.*, 2008; Kümmerle *et al.*, 2019). El pronóstico generalmente es favorable, incluso cuando el espacio entre el tendón es considerable, ya que los extremos del tendón se adhieren rápidamente al periostio y se recupera la función del extensor (Belknap *et al.*, 1993; Jann, 2004).

Más del 70% de los caballos regresan a su función zootécnica (Mespoulhès-Rivière *et al.*, 2008; Baxter, 2011; Mair *et al.*, 2013; Kümmerle *et al.*, 2019), se atribuye a que el tendón extensor tiene una carga menor y tiene un efecto mínimo sobre la marcha, es posible que se produzca un tropiezo durante la locomoción hasta que el tendón se haya reparado pero esto puede reducirse acortando el casco y redondeándolo (Kümmerle *et al.*, 2019). Las complicaciones más comunes asociadas con laceraciones del tendón extensor incluyen tejido de granulación exuberante y formación de un secuestro asociado al daño subyacente en el hueso, pueden presentarse deformidades adquiridas por flexión, claudicación persistente por probables adherencias entre el tendón y el periostio (Jansson, 1995; Kümmerle *et al.*, 2019).

Dyson and Bertone (2011) mencionan que existe una asociación entre laceraciones de uno o ambos tendones extensores digitales largos y laterales en la parte proximal de la región metatarsiana y el posterior desarrollo de arpeo meses después de la lesión.

Riviere *et al.* (2008) menciona que de los caballos que fueron tratados quirúrgicamente para laceraciones del tendón extensor, 74% volvieron a estar sanos, el 17% tenía deterioro moderado de la marcha y el 9% permaneció claudicando.

Elliott *et al.* (2012) reportó un pronóstico para las carreras de 17% en caballos pura sangre y del 50% en trotones. Puede asociarse a los pasos requeridos para las dos disciplinas. Pero en su estudio se reporta un 41% de casos en los que se indujo a eutanasia, debido a una perfusión pobre o ausente del miembro afectado, daño de los tejidos blandos y la arteria metatarsiana. La inducción a eutanasia fue desde un inicio y no fue al estar o finalizar el tratamiento.

7 Análisis de la información

De toda la información recabada, se resalta la región metacarpiana y metatarsiana como posible región lesionada que da origen a una claudicación. Es importante mencionar que las claudicaciones son el principal motivo de consulta para un Médico Veterinario en Equinos, lo que realza que el estudio y diagnóstico de las claudicaciones sea imprescindible en la medicina equina y de forma muy especial en la de caballos dedicados al deporte. Además de ser el principal motivo de consulta también es la mayor causa de pérdida financiera en el medio ecuestre, y la razón primaria de descarte en las diferentes funciones zootécnicas, lo que afecta y limita el desempeño de muchos equinos a nivel mundial.

La claudicación es un signo clínico que involucra otros signos de inflamación, como el dolor, o un defecto mecánico que resulta en una anomalía del paso. La mayoría de las claudicaciones se presentan en los miembros torácicos, se observa que por 3 claudicaciones en el miembro torácico hay una en el miembro pélvico. La razón es porque los miembros torácicos soportan del 60 al 65% del peso del caballo y, de esta manera, soportan una fuerza de impacto mucho mayor que los miembros pélvicos, además los miembros torácicos reciben el impacto y son de apoyo y los pélvicos realizan la propulsión y dirección. Sin embargo, la función zootécnica y la raza pueden producir diferencias importantes. Aproximadamente un 95% de las claudicaciones en el miembro anterior provienen de lesiones que se encuentran del carpo hacia abajo, en contraste de un 80% en el miembro pélvico provienen del tarso hacia distal.

El hecho de desarrollarse en el área de los equinos obliga al MVZ a realizar un diagnóstico preciso y precoz de claudicaciones, lo que requiere una evaluación exhaustiva del aparato locomotor, el cual debe estar sustentado en un conocimiento amplio tanto anatómico, como fisiológico.

Cualquiera que sea el origen de la claudicación, el médico veterinario debe de responder preguntas como: ¿verdaderamente el equino claudica?, ¿cuál es el miembro o miembros afectados?, ¿de qué región proviene la lesión?, ¿cuál es la causa de la claudicación? y ¿cuál es el tipo y origen de la lesión?

En caso de la que claudicación provenga de una lesión en la región metacarpiana o metatarsiana se debe tener en cuenta la particularidad e importancia de la región.

La región metacarpiana y metatarsiana consta de tres huesos, siendo esta una reducción de cinco a tres y es una característica evolutiva de los équidos. El tercer hueso metacarpiano y metatarsiano como el hueso principal, sirve de sostén y se relaciona con el único dedo. Mientras que el segundo y tercer hueso metacarpiano/metatarsiano son menos desarrollados.

El tercer metacarpiano y metatarsiano soportan la mayor carga de los huesos del cuerpo, sin embargo su cobertura mínima de tejidos blandos especialmente sobre su superficie dorsal los vuelve muy vulnerables y propensos a lesiones. El segundo hueso metacarpiano/metatarsiano posee la función de soporte de peso y estabilización del miembro, en comparación del cuarto metacarpiano/metatarsiano que sirve para la inserción de ligamentos del carpo y tarso respectivamente. Además las lesiones traumáticas son comunes en estos huesos y están influenciadas por su exposición anatómica. En la actualidad, hay incidencia de patologías en la región metacarpiana y metatarsiana en las diferentes funciones zootécnicas y representan un desafío diagnóstico y terapéutico.

No hay duda que el conocimiento de la anatomía y fisiología de la región metacarpiana y metatarsiana es esencial para diagnosticar y tratar la amplia gama de patologías relacionadas con claudicaciones. Los avances tecnológicos han facilitado este proceso, se destaca el uso de la resonancia magnética, la tomografía computarizada y otras técnicas de imagenología diagnóstica, las cuales son de gran utilidad tanto para explicar las diferentes lesiones, que pese a que existe bastante información al respecto, en ocasiones sigue siendo un desafío diagnóstico.

Hay evidencia que en muchos casos las técnicas diagnósticas convencionales, como la radiografía y el ultrasonido, no son lo suficientemente precisas para brindar un diagnóstico definitivo y es preciso el uso de otras técnicas que aportan información detallada, destacando técnicas de imagen más modernas especialmente, la tomografía computarizada y la resonancia magnética, las cuales no solo son útiles para el diagnóstico, sino también aportan información sustancial

para el abordaje quirúrgico, sin embargo, en nuestro país es complicado el acceso a estas técnicas de diagnóstico. Por ello la importancia de la observación exhaustiva, ya que de esta manera se debe de comenzar con un examen clínico integral, metódico y sistemático, y de ser posible obtener un diagnóstico definitivo.

Las patologías de la caña provienen por la carga de trabajo de acuerdo a la función zootécnica que desarrollan, por traumatismos leves pero constantes, por traumatismos externos e incluso por degeneración, aunque también por diversos factores, incluyendo los nutricionales, ambientales y genéticos. Cada patología se aborda desde sus generalidades, factores predisponentes y agentes etiológicos para poder entender su patogenia, y con base en lo anterior, se determina el plan diagnóstico y terapéutico. En la mayoría de las patologías se mencionan diferentes alternativas de tratamiento médico y quirúrgico, para permitir al clínico determinar el tratamiento que mejor se adapte a cada caso. En todos los casos el pronóstico varía en función de las estructuras involucradas, la extensión del daño, la severidad, el curso de la lesión, además de las características propias del paciente y de la función zootécnica que desempeñe.

Este trabajo no pretende más que ampliar el panorama actual de cada patología y contribuir al abordaje diagnóstico y terapéutico de la región en cuestión. Por último, la salud de la región metacarpiana y metatarsiana incide en la salud e integridad de otras regiones del aparato locomotor u otros aparatos y viceversa, por lo tanto una patología que se origina en la caña de uno o más miembros o incluso en un órgano de otro aparato, tiene el potencial de predisponer la presentación de otra mucho más compleja y severa en caso de no atenderse. Esto, más la incidencia y variedad de afecciones que se originan en la región metacarpiana o metatarsiana y que se reflejan clínicamente como una claudicación conlleva a continuar con la investigación en torno al diagnóstico y tratamiento de las diferentes patologías expuestas en el presente estudio de revisión.

8 Referencias

- Allen, D. and White, N. (1987). *Management of fractures and exostosis of the metacarpals and metatarsals II and IV in 25 horses*. Equine Veterinary Journal, 19(4), 326–330. doi:10.1111/j.2042-3306.1987.tb01422.x
- Amaniti, E., Diakakis, N., Patsikas, M. and Savvas, I. (2008). *Conservative Management of a Distal Epiphyseal Metacarpal Fracture in a Skyros Pony*. Journal of Equine Science, 19(3), 57–61. doi:10.1294/jes.19.57
- Argüelles, D., Carmona, J., Climent, F., Muñoz, E. and Prades, M. (2008) *Autologous platelet concentrates as a treatment for musculoskeletal lesions in five horses*. Veterinary Record 162, 208-211.
- Auer, J., Stick, J., Kümmerle J. and Prange, T. (2019) *Equine Surgery*. 5ed. Elsevier.
- Barclay, W., Foerner, J. and Phillips, T. (1985). *Axial sesamoid injuries associated with lateral condylar fractures in horses*. Journal of the American Veterinary Medical Association, 186(3), 278–279.
- Barr, A., Dyson, S., Barr, F. and O'Brien, J. (1995). *Tendonitis of the deep digital flexor tendon in the distal metacarpal/metatarsal region associated with tenosynovitis of the digital sheath in the horse*. Equine Veterinary Journal, 27(5), 348–355. doi:10.1111/j.2042-3306.1995.tb04069.x
- Barrett, M. F., Manchon, P. T., Hersman, J., and Kawcak, C. E. (2017). *Magnetic resonance imaging findings of the proximal metacarpus in Quarter Horses used for cutting: Retrospective analysis of 32 horses 2009-2012*. Equine veterinary journal, 50(2), 172–178. <https://doi.org/10.1111/evj.12746>
- Barrett, M. F., Selberg, K. T., Johnson, S. A., Hersman, J., and Frisbie, D. D. (2018). *High field magnetic resonance imaging contributes to diagnosis of equine distal tarsus and proximal metatarsus lesions: 103 horses*. Veterinary radiology & ultrasound : the official journal of the American College of Veterinary Radiology and the International Veterinary Radiology Association, 59(5), 587–596. <https://doi.org/10.1111/vru.12659>

- Bassage, L. (2014). *Metacarpus/metatarsus*. In: *Equine Sports Medicine and Surgery*. Saunders Elsevier. 2nd edition. 297–325. doi:10.1016/b978-0-7020-4771-8.00016-8
- Bassage, L. and Richardson, D. (1998). *Longitudinal fractures of the condyles of the third metacarpal and metatarsal bones in racehorses: 224 cases (1986-1995)*. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 212(11), 1757–1764.
- Bassage, L. and Ross, M. (2011). *Diagnostic Analgesia*. In: *Diagnosis and management of lameness in the horse*. 2nd edition. Elsevier Saunders.
- Baxter, G. (1996). *Instrumentation and Techniques for Treating Orthopedic Infections in Horses*. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 12(2), 303–335. doi:10.1016/s0749-0739(17)30284-5
- Baxter, G. (2011b) *Manual of equine lameness*. Wiley-Blackwell.
- Baxter, G., Doran, R., and Allen, D. (1992). *Complete Excision of a Fractured Fourth Metatarsal Bone in Eight Horses*. *Veterinary Surgery*, 21(4), 273–278. doi:10.1111/j.1532-950x.1992.tb00063.x
- Baxter, G., Stashak, T. and Hill, C. (2011). *Conformation and Movement*. In: *Adams' Lameness in Horses*. 6th ed. Wiley Blackwell Publishing, Ltd.
- Baxter, G. and Stashak, T. (2011). *Examination for Lameness*. In: *Adams' Lameness in Horses*. 6th ed. Wiley Blackwell Publishing, Ltd.
- Baxter, G. and Stashak, T. (2011). *Perineural and intrasynovial anesthesia*. In: *Adams' Lameness in Horses*. 6th ed. Wiley Blackwell Publishing, Ltd.
- Baxter, M. and Stashak, T. (2020). *Examination for Lameness*. In: *In: Adams and Stashak's Lameness in Horses*. 7th edition. Wiley Blackwell Publishing, Ltd.
- Becker, C., Savelberg, H. and Barneveld, A. (1994). *In vitro mechanical properties of the accessory ligament of the deep digital flexor tendon in horses in relation to*

age. *Equine Veterinary Journal*, 26(6), 454–459. doi:10.1111/j.2042-3306.1994.tb04049.x

Becker, C., Savelberg, H., Buchner, H. and Barneveld, A. (1998). *Long-term consequences of experimental desmotomy of the accessory ligament of the deep digital flexor tendon in adult horses*. *American journal of veterinary research*, 59(3), 347–351.

Bell, B. T. L., Long, M. T., Chambers, M. D., and Baker, G. J. (1995). *Vascular phase scintigraphic evaluation of equine distal limb perfusion following trauma: 3 cases*. *Equine Veterinary Journal*, 27(3), 228–233. doi:10.1111/j.2042-3306.1995.tb03067.x

Belknap, J., Baxter, G. and Nickels, F. A. (1993). *Extensor tendon lacerations in horses: 50 cases (1982-1988)*. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 203(3), 428–431.

Bendrey, R. (2007). *Ossification of the interosseous ligaments between the metapodials in horses: a new recording methodology and preliminary study*. *International Journal of Osteoarchaeology*, 17(2), 207–213. doi:10.1002/oa.875.

Berner, D. (2017). *Diagnostic imaging of tendinopathies of the superficial flexor tendon in horses*. *Veterinary Record*, 181(24), 652–654. doi:10.1136/vr.j5746

Bertone, A. (1994). *Management of Orthopedic Emergencies*. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 10(3), 603–625. doi:10.1016/s0749-0739(17)30350-4

Bertone, A. (1995). *Tendon Lacerations*. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 11(2), 293–314. doi:10.1016/s0749-0739(17)30323-1

Bertone, A. (2011). *The Metacarpus and Metatarsus*. In: *Adams and Stashak's Lameness in Horses*. 6th ed. Wiley-Blackwell.

- Bidwell, L. A., Brown, K. E., Cordier, A., Mullineaux, D. R., and Clayton, H. M. (2004). *Mepivacaine local anaesthetic duration in equine palmar digital nerve blocks*. *Equine Veterinary Journal*, 36(8), 723–726. doi:10.2746/0425164044848154
- Bigot, G., Bouzidi, A., Rumelhart, C., & Martin-Rosset, W. (1996). *Evolution during growth of the mechanical properties of the cortical bone in equine cannon bones*. *Medical Engineering and Physics*, 18(1), 79–87. doi:10.1016/1350-4533(95)00022-4
- Birch, H., Smith, T., Poulton, C., Peiffer, D. and Goodship, A. (2002). Do regional variations in flexor tendons predispose to site-specific injuries? *Equine Veterinary Journal*, 34(S34), 288–292. doi:10.1111/j.2042-3306.2002.tb05435.x
- Bischofberger, A., Fürst, A., Auer, J., and Lischer, C. (2009). *Surgical management of complete diaphyseal third metacarpal and metatarsal bone fractures: Clinical outcome in 10 mature horses and 11 foals*. *Equine Veterinary Journal*, 41(5), 465–473. doi:10.2746/042516409x389388
- Bischofberger, A., Konar, M., Ohlerth, S., Geyer, H., Lang, J., Ueltschi, G., and Lischer, C. (2006). Magnetic resonance imaging, ultrasonography and histology of the suspensory ligament origin: a comparative study of normal anatomy of warmblood horses. *Equine veterinary journal*, 38(6), 508–516. <https://doi.org/10.2746/042516406x156109>
- Booth, T. (2010). *Proximal suspensory ligament desmitis with suspensory ligament avulsion fractures*. *Equine Veterinary Education*, 15(3), 132–133. doi:10.1111/j.2042-3292.2003.tb00230.x w
- Boswell, J. (s.f.) *Focal Bone Reaction and Avulsion Fractures of the Third Metatarsal Bone in Horses*. In: MSD Manual, Veterinary Manual. Disponible en: <https://www.msdsvetmanual.com/musculoskeletal-system/lameness-in-horses/focal-bone-reaction-and-avulsion-fractures-of-the-third-metatarsal-bone-in-horses> [Consultado: 08-02-2020].

- Boswell, J., and Schramme, M. (2000). *Desmitis of the accessory ligament of the deep digital flexor tendon in the hindlimb in a horse*. *Equine Veterinary Education*, 12(3), 129–132. doi:10.1111/j.2042-3292.2000.tb00028.x
- Bowman, K. and Fackelman, G. E. (1982). *Surgical Treatment of Complicated Fractures of the Splint Bones in the Horse*. *Veterinary Surgery*, 11(4), 121–124. doi:10.1111/j.1532-950x.1982.tb00684.x
- Bowman, K., Evans, L., And Herring, M. (1982). *Evaluation of Surgical Removal of Fractured Distal Splint Bones in the Horse*. *Veterinary Surgery*, 11(4), 116–120. doi:10.1111/j.1532-950x.1982.tb00682.x
- Bramlage, L., Bailey, M., Bertone, A., Weisbrode, S. and Henninger, R. (1992). *Effects of Tendon Splitting on Experimentally-Induced Acute Equine Tendinitis*. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 05(01), 01–09. doi:10.1055/s-0038-1633122
- Bramlage, L., Gabel, A. and Hackett, R. (1980). *Avulsion fractures of the origin of the suspensory ligament of the horse*. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 176(10 Pt 1), 1004–1010.
- Bramlage, L., Van Hoogmoed, L., Embertson, R. and Hance, S. (1997). *Treatment of refractory exostoses of the midportion of the splint bones*. *Proceedings of the Annual Convention American Association of Equine Practitioners*. Available in: <https://pdfs.semanticscholar.org/b49a/d3268c1d837d01be35dc0dd4b44b7d784ae8.pdf>
- Brejov, G. (2016). *Manual de Semiología Veterinaria*. Tomo 3. Facultad de Ciencias Veterinarias. Recuperado de: <http://www.fvet.uba.ar/fcvanterior/areas/semiologia/03082016/SEMIO-TOMO-3.pdf>
- Brokken, M., Schneider, R., Sampson, S., Tucker, R., Gavin, P. and Ho, C. (2007). *Magnetic resonance imaging features of proximal metacarpal and metatarsal injuries in the horse*. *Veterinary radiology & ultrasound: the official journal of the American College of Veterinary Radiology and the International Veterinary Radiology Association*, 48(6), 507–517. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.2007.00288.x>

Brokken, M. and Tucker, R. (2011). The metacarpal/metatarsal region. In *Equine MRI*. Wiley Blackwell, Oxford, UK.

Buchner, H. H. F., Kübber, P., Zohmann, E., and Peham, C. (1999). *Sedation and antisedation as tools in equine lameness examination*. *Equine Veterinary Journal*, 31(S30), 227–230. doi:10.1111/j.2042-3306.1999.tb05223.x

Budras, K., Sack, W. and Röck, S. (2011). *Anatomy of the horse*. 5th ed. Schluetersche Verlagsgesellschaft mbH & Co.

Burba, D. (2018). *Lameness Examination*. In: *Manual of Clinical Procedures in the Horse*. Wiley Blackwell.

Burba, D. (2018). *Perineural Anesthesia of the Limbs*. In: *Manual of Clinical Procedures in the Horse*. Wiley Blackwell.

Butler, J., Colles, C., Dyson, S., Kold, S. and Poulos, P. (2017) *Clinical Radiology of the horse*. 4th edition. Wiley Blackwell.

Caldwell, F., Mueller, P., Lynn, R. and Budsberg, S. (2004). *Effect of topical application of diclofenac liposomal suspension on experimentally induced subcutaneous inflammation in horses*. *American Journal of Veterinary Research*, 65(3), 271–276. doi:10.2460/ajvr.2004.65.271

Caminoto, E., Alves, A., Amorim, R., Thomassian, A., Hussni, C. and Nicoletti, J. (2005). *Ultrastructural and immunocytochemical evaluation of the effects of extracorporeal shock wave treatment in the hind limbs of horses with experimentally induced suspensory ligament desmitis*. *American Journal of Veterinary Research*, 66(5), 892–896. doi:10.2460/ajvr.2005.66.892

Carmona, J. (2011). *Tendinopatía del tendón flexor digital superficial y desmopatía del ligamento suspensorio en caballos: fisiopatología y terapias regenerativas*. Revisión bibliográfica. *Arch Med Vet*, 43, 203-214

Carmona, J. and López, C. (2011). *Tendinopatía del tendón flexor digital superficial y desmopatía del ligamento suspensorio en caballos: fisiopatología y terapias*

regenerativas. Archivos de medicina veterinaria, 43(3), 203-214.
<https://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2011000300002>

Carrozzo, U., Toniato, M. and Harrison, A. (2019). *Assessment of Noninvasive Low-Frequency Ultrasound as a Means of Treating Injuries to Suspensory Ligaments in Horses: A Research Paper*. Journal of Equine Veterinary Science, 80, 80–89. doi:10.1016/j.jevs.2019.07.007

Castro, F. A., Schumacher, J. S., Pauwels, F., and Blackford, J. T. (2005). *A New Approach for Perineural Injection of the Lateral Palmar Nerve in the Horse*. *Veterinary Surgery*, 34(6), 539–542. doi:10.1111/j.1532-950x.2005.00084.x

Cervantes, C., Madison, J., Ackerman, N. and Reed, W. (1992). Surgical treatment of dorsal cortical fractures of the third metacarpal bone in thoroughbred racehorses: 53 cases (1985-1989). Journal of the American Veterinary Medical Association, 200(12), 1997–2000.

Chaffin, M., Ruoff, W., Schmitz, D., Carter, G., Morris, E. and Steyn, P. (1990). *Regression of hypertrophic osteopathy in a filly following successful management of an intrathoracic abscess*. Equine Veterinary Journal, 22(1), 62–65. doi:10.1111/j.2042-3306.1990.tb04211.x

Chesen, A., Dabareiner, R., Chaffin, M. and Carter, G. (2009). *Tendinitis of the proximal aspect of the superficial digital flexor tendon in horses: 12 cases (2000–2006)*. Journal of the American Veterinary Medical Association, 234(11), 1432–1436. doi:10.2460/javma.234.11.1432

Christa Lesté-Lasserre (2018). *Is Synovial Fluid Toxic to Horse Tendons?*. The Horse Recuperado de <https://thehorse.com/164311/is-synovial-fluid-toxic-to-horse-tendons/>

Clayton, H., Flood, P. and Rosenstein, D. (2005). *Clinical Anatomy of the Horse*. Mosby Elsevier.

Clear Equine Distal Limb Anatomy (s.f.). In: *Iron Free Hoof*. Available in: <http://www.ironfreehoof.com/equine-distal-limb.html>

Clínica Universidad de Navarra (s.f.) Disponible en: <https://www.cun.es/>

Cogger, N., Evans, D., Hodgson, D., Perkins, N. and Reid, S. (2004). *Shin soreness in Thoroughbred racehorses*. En línea < <https://www.agrifutures.com.au/wp-content/uploads/publications/04-155.pdf> > consulta: 9 septiembre 2019

Colbourne, C. and Yovich, J. (1994) Suspensory ligament injuries in racing horses: ultrasonographic diagnosis and long term follow up. *Aust. equine vet. J.* **12**, 119-128

Cole, R., Wilborn, R., Gillen, A., Newton, J. and Walz, H. (2016). *Bilateral Catastrophic Metacarpal Fractures in a Quarter Horse Gelding*. *Journal of Equine Veterinary Science*, **44**, 17–20. doi:10.1016/j.jevs.2016.02.235

Contino, E. K., King, M. R., Valdés-Martínez, A., and McIlwraith, C. W. (2014). *In vivo diffusion characteristics following perineural injection of the deep branch of the lateral plantar nerve with mepivacaine or iohexol in horses*. *Equine Veterinary Journal*, **47**(2), 230–234. doi:10.1111/evj.12261

Couch, S., and Nielsen, B. (2017). *A Review of Dorsal Metacarpal Disease (Bucked Shins) in the Flat Racing Horse: Prevalence, Diagnosis, Pathogenesis, and Associated Factors*. *Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research*, **5**. 10.15406/jdvar.2017.05.00166.

Coudry, V., Denoix, J., Didierlaurent, D., Rossignol, F., and Audigie, F. (2008). *Use of magnetic resonance imaging to diagnose the cause of proximal metacarpal pain in a standardbred trotter*. *Veterinary Record*, **162**(24), 790–792. doi:10.1136/vr.162.24.790

Crass, J., Genovese, R., Render, J. and Bellon, E. (1992). *Magnetic resonance, ultrasound and histopathologic correlation of acute and healing equine tendon injuries*. *Veterinary Radiology/ultrasound*, **33**(4), 206–216. Doi:10.1111/J.1740-8261.1992.Tb00135.X

Craychee, T. (1995) *Ultrasonographic evaluation of equine musculoskeletal injury*. In: *Veterinary Diagnostic Ultrasound*, Eds: T.G. Nyland and J.S. Mattoon, W.B. Saunders Co., Philadelphia. Pp 265-304.

Dallap, B., Bramlage, L., and Embertson, R. (1999). *Results of screw fixation combined with cortical drilling for treatment of dorsal cortical stress fractures of the*

third metacarpal bone in 56 Thoroughbred racehorses. Equine Veterinary Journal, 31(3), 253–257. doi:10.1111/j.2042-3306.1999.tb03182.x

Davidson, E. J. (2018). *Lameness Evaluation of the Athletic Horse.* *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 34(2), 181–191. doi:10.1016/j.cveq.2018.04.013

De la Puente, J. (1990) *Exterior y manejo de los animales domésticos.* 4ª edición.

Denoix, J.M. (1994). *Functional Anatomy of Tendons a: Equine Practice*, and Ligaments in the Distal Limbs (Manus and Pes). *Veterinary Clinics of North America* 10(2), 273–322. doi:10.1016/s0749-0739(17)30358-9

Denoix, J. (1994). *Diagnostic Techniques for Identification and Documentation of Tendon and Ligament Injuries.* *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 10(2), 365–407 doi: 10.1016/s0749-0739(17)30361-9.

Denoix, J. (2019). *Essentials in Clinical Anatomy of the Equine Locomotor System.* Taylor & Francis Group.

Denoix, J. (1993) *Pratique Veterinaire Equine* 25, 173

Denoix, J. and Bertoni, L. (2015). *The angle contrast ultrasound technique in the flexed limb improves assessment of proximal suspensory ligament injuries in the equine pelvic limb.* *Equine Veterinary Education*, 27(4), 209–217. doi:10.1111/eve.12303.

Denoix, J., Coudry, V. and Jacquet, S. (2008). *Ultrasonographic procedure for a complete examination of the proximal third interosseous muscle (proximal suspensory ligament) in the equine forelimbs.* *Equine Veterinary Education*, 20(3), 148–153 doi: 10.2746/095777308x282381.

Dowling, B., Dart, A., Hodgson, D. and Smith, R. (2000). *Superficial digital flexor tendonitis in the horse.* *Equine Veterinary Journal*, 32(5), 369–378. doi:10.2746/042516400777591138

Driver, A. (2003). *Basic principles of equine scintigraphy*. In: *equine scintigraphy*. Equine veterinary journal Ltd.

Dubois, M., Morello, S., Rayment, K., Markel, M., Vanderby, R., Kalscheur, V. and Muir, P. (2014). *Computed Tomographic Imaging of Subchondral Fatigue Cracks in the Distal End of the Third Metacarpal Bone in the Thoroughbred Racehorse Can Predict Crack Micromotion in an Ex-Vivo Model*. PLoS ONE, 9(7), e101230. doi:10.1371/journal.pone.0101230

Dyce, K., Sack, W. and Wensing, C. (2010). *Textbook of Veterinary Anatomy*. 4th edition. Saunders Elsevier.

Dyson, S. (2011). *Can lameness be graded reliably?* *Equine Veterinary Journal*, 43(4), 379–382. doi:10.1111/j.2042-3306.2011.00391.x

Dyson, S. (1991). *Desmitis of the accessory ligament of the deep digital flexor tendon: 27 cases (1986-1990)*. *Equine Veterinary Journal*, 23(6), 438–444. doi:10.1111/j.2042-3306.1991.tb03757.x

Dyson, S. (2007). *Diagnosis and Management of Common Suspensory Lesions in the Forelimbs and Hindlimbs of Sport Horses*. *Clinical Techniques in Equine Practice*, 6(3), 179–188. doi:10.1053/j.ctep.2007.08.004.

Dyson, S. (1996) *Diagnosis and prognosis of suspensory desmitis*. In: *Proceedings of the 1st Dubai International Equine Symposium*, Ed:M.L. Hauser, Matthew R. Rantanen Design, USA. pp 207-225.

Dyson, S. (1991) *Equine Practice*. Ed Boden. London. p 21 1

Dyson, S. (2010). *Injuries of the accessory ligament of the deep digital flexor tendon in the equine hindlimb: A problem of middle-age*. *The Veterinary Journal*, 184(3), 255–256. doi:10.1016/j.tvjl.2009.06.024

Dyson, S. (2011) *Injuries of the Accessory Ligament of the Deep Digital Flexor Tendon*. In: *Diagnosis and Management of Lameness in the horse*. 2 nd edition. Elsevier Saunders.

- Dyson, S. (2010). *Injuries of the accessory ligament of the deep digital flexor tendon in the equine hindlimb: A problem of middle-age*. The Veterinary Journal, 184(3), 255–256. doi:10.1016/j.tvjl.2009.06.024
- Dyson, S. (2004). *Medical management of superficial digital flexor tendonitis: a comparative study in 219 horses (1992-2000)*. Equine Veterinary Journal, 36(5), 415–419. doi:10.2746/0425164044868422
- Dyson, S. (1984). *Nerve blocks and lameness diagnosis in the horse*. In *Practice*, 6(4), 102–107. doi:10.1136/inpract.6.4.102
- Dyson, S. (1991) *Equine Practice*. Ed Boden. London. p 21 1
- Dyson, S. (2014). *Musculoskeletal Scintigraphy of the Equine Athlete*. *Seminars in Nuclear Medicine*, 44(1), 4–14. doi:10.1053/j.semnuclmed.2013.08.003
- Dyson, S. (2000) *Proximal suspensory desmitis in the forelimb and hindlimb*, Proceedings American Association Equine Practitioners. 46:137.
- Dyson, S. (1994). *Proximal suspensory desmitis in the hindlimb: 42 cases*. *British Veterinary Journal*, 150(3), 279–291. doi:10.1016/s0007-1935(05)80008-9
- Dyson, S. (1995). *Proximal suspensory desmitis in the hindlimb*. *Equine Veterinary Education*, 7(5), 275–278. doi:10.1111/j.2042-3292.1995.tb01245.x
- Dyson, S. (1991). *Proximal suspensory desmitis: clinical, ultrasonographic and radiographic features*. *Equine Veterinary Journal*, 23(1), 25–31. doi:10.1111/j.2042-3306.1991.tb02708.x
- Dyson, S. (2011) *Radiography and Radiology*. In: *Diagnosis and Management of Lameness in the horse*. 2 nd edition. Elsevier Saunders.
- Dyson, S. (1988). *Some observations on lameness associated with pain in the proximal metacarpal region*. *Equine Veterinary Journal*, 20, 43–52. doi:10.1111/j.2042-3306.1988.tb04647.x
- Dyson, S. (2011). *The Metacarpal Region*. In: *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*. 2 nd edition. Elsevier Saunders. 411–426. doi:10.1016/b978-1-4160-6069-7.00037-7

- Dyson, S., Arthur, R., Palmer, S. and Richardson, D. (1995). *Suspensory ligament desmitis*. The Veterinary clinics of North America. Equine practice, 11(2), 177–215. [https://doi.org/10.1016/s0749-0739\(17\)30319-](https://doi.org/10.1016/s0749-0739(17)30319-)
- Dyson, S. and Bertone A. *Tendon Lacerations and Repair*. In *Diagnosis and Management of Lameness in Horses*. Dyson SJ, Ross MW, eds. WB Saunders, Philadelphia. Part VIII:2003;712–716
- Dyson, S. and Biggi, M. (2018). *Equine Metacarpus and Metatarsus*. Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology, 484–504. doi:10.1016/b978-0-323-48247-9.00036-x
- Dyson, S. and Murray, R. (2011). *Management of hindlimb proximal suspensory desmopathy by neurectomy of the deep branch of the lateral plantar nerve and plantar fasciotomy: 155 horses (2003-2008)*. Equine Veterinary Journal, 44(3), 361–367. doi:10.1111/j.2042-3306.2011.00445.x
- Dyson, S. J. and Romero, J. M. (1993). *An investigation of injection techniques for local analgesia of the equine distal tarsus and proximal metatarsus*. Equine Veterinary Journal, 25(1), 30–35. doi:10.1111/j.2042-3306.1993.tb02897.x
- Dyson, S. and Weekes, J. (2003). Orthopaedic imaging. In: *equine scintigraphy*. Equine veterinary journal ltd.
- Dyson, S., Blunden, A., and Murray, R. (2016). Magnetic resonance imaging, gross postmortem, and histological findings for soft tissues of the plantar aspect of the tarsus and proximal metatarsal region in non-lame horses. Veterinary Radiology and Ultrasound, 58(2), 216–227. doi:10.1111/vru.12444
- Dyson, S. J., Weekes, J. S. and Murray, R. C. (2007). *Scintigraphic evaluation of the proximal metacarpal and metatarsal regions of horses with proximal suspensory desmitis*. Veterinary Radiology & Ultrasound, 48(1), 78–85. Doi:10.1111/j.1740-8261.2007.00208.x
- Eliashar, E., Dyson, S., Archer, R., Singer, E. and Smith, R. (2005). *Two clinical manifestations of desmopathy of the accessory ligament of the deep digital flexor*

tendon in the hindlimb of 23 horses. Equine Veterinary Journal, 37(6), 495–500.
doi:10.2746/042516405775314871

Eliashar, E., Schramme, M., Schumacher, J., Smith, R. and Ikada, Y. (2001). *Use of a bioabsorbable implant for the repair of severed digital flexor tendons in four horses*. Veterinary Record, 148(16), 506–509. doi:10.1136/vr.148.16.506

Elliott, C., Vasey, J. and Russell, T. (2012). *Transection of the lateral and long digital extensor tendons in racehorses*. Australian Veterinary Journal, 90(1-2), 20–23. doi:10.1111/j.1751-0813.2011.00871.x

Ellis, D. (1994). *Some observations on condylar fractures of the third metacarpus and third metatarsus in young Thoroughbreds*. Equine Veterinary Journal, 26(3), 178–183. doi:10.1111/j.2042-3306.1994.tb04365.x

Embertson, R., Bramlage, L. and Gabel, A. (1986b). *Physeal Fractures in the Horse II. Management and Outcome*. Veterinary Surgery, 15(3), 230–236. doi:10.1111/j.1532-950x.1986.tb00213.x

Embertson, R., Bramlage, L., Herring, D. and Gabel, A. (1986a). *Physeal Fractures in the Horse: I. Classification and Incidence*. Veterinary Surgery, 15(3), 223–229. doi:10.1111/j.1532-950x.1986.tb00212.x

Estrada, M., Delfino, I., Duarte, E., and García, J. (2014). *Desmitis del Ligamento Accesorio del Tendón Flexor Digital Profundo: Descripción de una Evolución Atípica con Tratamiento de Plasma Rico en Plaquetas Ozonizado y Terapia con Ondas de Choque*. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad de Buenos Aires.

Farrier Gabino (2009). Recuperado de <https://www.farriergabino.com/ligamento-suspdel-menudillo-roto-y-colocacion-de-un-ortosomo/>

Farrow, C. S. (2006). *Veterinary Diagnostic Imaging: The Horse*. Mosby Elsevier. doi:10.1016/b0-32-301206-x/50003-2

Ferraro, G., Stover, S. and Whitcomb, M. (s.f.) *Suspensory Ligament Injuries in Horses*. School of Veterinary Medicine. UC Davis. <http://www.equisan.com/images/pdf/suspensory.pdf>

Firth, E., Doube, M., and Boyde, A. (2009). *Changes in mineralised tissue at the site of origin of condylar fracture are present before athletic training in Thoroughbred horses*. *New Zealand Veterinary Journal*, 57(5), 278–283. doi:10.1080/00480169.2009.58621

Ford, T. S., Ross, M. W., and Orsini, P. G. (1989). *A Comparison of Methods for Proximal Palmar Metacarpal Analgesia in Horses*. *Veterinary Surgery*, 18(2), 146–150. doi:10.1111/j.1532-950x.1989.tb01059.x

Galuppo, L., Simpson, E., Greenman, S., Dowd, J., Ferraro, G. and Meagher, D. (2006). *A Clinical Evaluation of a Headless, Titanium, Variable-Pitched, Tapered, Compression Screw for Repair of Nondisplaced Lateral Condylar Fractures in Thoroughbred Racehorses*. *Veterinary Surgery*, 35(5), 423–430. doi:10.1111/j.1532-950x.2006.00170.x

García, L., Scipioni, H., Argibay, T., Petrone, N., Pidal, G., Rocatagliata, C., Smetana, A., Vaccaro, M, and Spina, J. (2006) *Crio-electroforesis: Evaluación del efecto antiinflamatorio en periostitis metacarpianas del equino deportivo*. *Facultad de ciencias Veterinarias-UBA*. http://www.fvet.uba.ar/fcvanterior/equinos/CRIOELECTROFORESIS_EVALUACION_METACAREQUINO.pdf

Gayle, J. M. and Redding, W. R. (2007). *Comparison of diagnostic anaesthetic techniques of the proximal plantar metatarsus in the horse*. *Equine Veterinary Education*, 19(4), 222–224. doi:10.2746/095777307x194902

Genovese, R. (1992) *Sonographic response to intralesional therapy with b-aminopropionitrile fumarate for clinical tendon injuries in horses*. *Proc AAEP*.

Genovese, R., Longo, K., Berthold, B., Jorgensen, J. (1997) *Quantitative sonographic assessment in the clinical management of superficial digital flexor injuries in Thoroughbred racehorses*. *Proceedings of the ... annual convention - American Association of Equine Practitioners*. 43 285-290. AGR:IND23242957.

Getty, R., Sisson, S. and Grossman, J. (2005). *Anatomía de los animales domésticos*. 5ta edición. Barcelona, España: Masson.

- Gibson, K., Burbidge, H. and Pfeiffer, D. (1997). *Superficial digital flexor tendonitis in Thoroughbred race horses: outcome following non-surgical treatment and superior check desmotomy*. Australian Veterinary Journal, 75(9), 631–635. doi:10.1111/j.1751-0813.1997.tb15356.x
- Gibson, K. and Steel, C. M. (2010). *Conditions of the suspensory ligament causing lameness in horses*. Equine Veterinary Education, 14(1), 39–50. doi:10.1111/j.2042-3292.2002.tb00137.x.
- Gillis, C. (2014). *Soft tissue injuries*. Equine Sports Medicine and Surgery, 399–418. doi:10.1016/b978-0-7020-4771-8.00020-x
- Gillis, C. (2004). *Soft tissue injuries: tendinitis and desmitis*. Equine Sports Medicine and Surgery, 412–432. doi:10.1016/b978-0-7020-2671-3.50024-6
- Giunta, K., Donnell, J., Donnell, A. and Frisbie, D. (2019). *Prospective randomized comparison of platelet rich plasma to extracorporeal shockwave therapy for treatment of proximal suspensory pain in western performance horses*. Research in veterinary science, 126, 38–44. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2019.07.020>
- Glass, K., and Watts, A. (2017). *Diagnosis and Treatment Considerations for Nonphyseal Long Bone Fractures in the Foal*. Veterinary Clinics of North America: Equine Practice, 33(2), 431–438. doi:10.1016/j.cveq.2017.03.013
- Godwin, E., Young, N., Dudhia, J., Beamish, I. and Smith, R. (2011). *Implantation of bone marrow-derived mesenchymal stem cells demonstrates improved outcome in horses with overstrain injury of the superficial digital flexor tendon*. Equine Veterinary Journal, 44(1), 25–32. doi:10.1111/j.2042-3306.2011.00363.x
- González-Carballo, J. R., (2018) *Principales Patologías de Tejidos Blandos en la Articulación Metacarpo/Metatarso Falángica (Menudillo) del Equino: Estudio de Revisión*. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México.
- González, P. (2007). *Estimación de los factores que influyen en la presentación de periostitis metacarpiana en equinos fina sangre de carrera*. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. Escuela de Ciencias Veterinarias <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/132927>

- Goodrich L. (2006). *Osteomyelitis in horses*. The Veterinary clinics of North America. Equine practice, 22(2), 389–ix. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2006.04.001>
- Goodrich, L. (2011). *Tendon and ligament injuries and disease*. In: Adams' *Lameness in Horses*. 6th ed. Wiley Blackwell Publishing, Ltd.
- Goodrich, L. and Nixon, A. (2004). *Treatment options for osteomyelitis*. Equine Veterinary Education, 16(5), 267–280. doi:10.1111/j.2042-3292.2004.tb00310.x
- Goodrich, L., Nixon, A., Conway, J., Morley, P., Bladon, B. and Hogan, P. (2014). *Dynamic compression plate (DCP) fixation of propagating medial condylar fractures of the third metacarpal/metatarsal bone in 30 racehorses: Retrospective analysis (1990-2005)*. Equine Veterinary Journal, 46(6), 695–700. doi:10.1111/evj.12184
- Goodship, A. (1993). *The pathophysiology of flexor tendon injury in the horse*. Equine Veterinary Education, 5(1), 23–29. doi:10.1111/j.2042-3292.1993.tb00985.x
- Gray, S., Spriet, M., Garcia, T., Uzal, F. and Stover, S. (2017). *Preexisting lesions associated with complete diaphyseal fractures of the third metacarpal bone in 12 Thoroughbred racehorses*. Journal of Veterinary Diagnostic Investigation, 29(4), 437–441. doi:10.1177/1040638717704866
- Guasco, P. G., Kelly, G., Schumacher, J., and Henry, R. W. (2012). *Excision of the Deep Branch of the Lateral Palmar Nerve of Horses to Resolve Lameness Caused by Proximal Suspensory Desmitis*. Veterinary Surgery, 42(3), 296–301. doi:10.1111/j.1532-950x.2012.01073.x
- Guerra, P. (2015) *Estudio comparativo de los cambios morfológicos en el Ligamento Suspensor (Musculus Interosseus Medius) en su tercio proximal de los miembros pélvicos del caballo con y sin Neurectomía de la Rama Profunda del Nervio Plantar Lateral*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hall, M., Vasey, J., Russell, J. and Russell, T. (2013). *Use of ultrasound-guided autologous bone marrow transfer for treatment of suspensory ligament desmitis in 30 race horses (2003-2010)*. Australian Veterinary Journal, 91(3), 102–107. doi:10.1111/avj.12015

- Halper, J., Kim, B., Khan, A., Yoon, J. and Mueller, P. (2006). *Degenerative suspensory ligament desmitis as a systemic disorder characterized by proteoglycan accumulation*. BMC Veterinary Research, 2(1), 12. doi:10.1186/1746-6148-2-12
- Halper, J., Kim, B., Khan, A., Yoon, J. and Mueller, P. (2010) *Degenerative Suspensory Ligament Desmitis – A New Reality*. Pakistan Veterinary Journal 31. 1-8.
- Hanie, E., Sullins, K. and White, N. A. (1992). *Follow-up of 28 horses with third metacarpal unicortical stress fractures following treatment with osteostixis*. Equine Veterinary Journal, 24(S11), 5–9. doi:10.1111/j.2042-3306.1992.tb04762.x
- Hardy, J. (2006). *Etiology, Diagnosis, and Treatment of Septic Arthritis, Osteitis, and Osteomyelitis in Foals*. Clinical Techniques in Equine Practice, 5(4), 309–317. doi:10.1053/j.ctep.2006.09.005
- Hauser, M., Rantanen, N. and Genovese, R. (1984). *Suspensory desmitis: Diagnosis using real-time ultrasound imaging*. Journal of Equine Veterinary Science, 4(6), 258–262. doi:10.1016/s0737-0806(84)80063-5
- Hawkins, J. F. and Ross, M. W. (1995). *Transection of the accessory ligament of the superficial digital flexor muscle for the treatment of superficial digital flexor tendinitis in standardbreds: 40 cases (1988-1992)*. Journal of the American Veterinary Medical Association, 206(5), 674–678.
- Hernlund E, Lonnell C, Roepstorff L, Lundholm M, Bergström L, Andersson A- M, et al. (2014). *Equestrian surface sea guide*. Stromsholm: Swedish Equestrian Federation https://pub.epsilon.slu.se/12229/1/hernlund_et_al_150514.pdf.
- Hewes, C. and White, N. (2006). *Outcome of desmoplasty and fasciotomy for desmitis involving the origin of the suspensory ligament in horses: 27 cases (1995–2004)*. Journal of the American Veterinary Medical Association, 229(3), 407–412. doi:10.2460/javma.229.3.407
- Higgins, A. and Snyder, J. (2006). *The Equine Manual*. 2nd edition. Elsevier Saunders.

Hill, C. and Klimesh, R. (2000). *Maximum Hoof Power*. Trafalgar Square Publishing. North Pomfret, Vermont, (USA).

Hinnigan, G., Milner, P., Talbot, A. and Singer, E. (2014) *Is anaesthesia of the deep branch of the lateral plantar 11 nerve specific for the diagnosis of proximal metatarsal pain in the horse?* *Vet Comp Orthop Traumatol* 5/2014

Hofberger, S., Gauff, F. and Licka, T. (2015). *Suspensory ligament degeneration associated with pituitary pars intermedia dysfunction in horses*. *The Veterinary Journal*, 203(3), 348–350. doi:10.1016/j.tvjl.2014.12.037

Holcombe, S., Schneider, R., Bramlage, L. and Embertson, R. M. (1997). *Use of antibiotic-impregnated polymethyl methacrylate in horses with open or infected fractures or joints: 19 cases (1987-1995)*. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 211(7), 889–893.

Horse and Hound (Mayo, 2016). Recuperado de <https://www.horseandhound.co.uk/horse-care/vet-advice/deep-digital-flexor-tendon-injuries-mean-end-horses-career-hh-vip-534177>

Hughes, T. K., Eliashar, E. and Smith, R. K. (2007). *In Vitro Evaluation of a Single Injection Technique for Diagnostic Analgesia of the Proximal Suspensory Ligament of the Equine Pelvic Limb*. *Veterinary Surgery*, 36(8), 760–764. doi:10.1111/j.1532-950x.2007.00333.x

Imboden, I., Waldern, N., Wiestner, T., Lischer, C., Ueltschi, G. and Weishaupt, M. A. (2009). *Short term analgesic effect of extracorporeal shock wave therapy in horses with proximal palmar metacarpal/plantar metatarsal pain*. *Veterinary journal* (London, England : 1997), 179(1), 50–59. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.09.020>

Isgren, C. M., Maddox, T. W., Blundell, R., Sinovich, M., and Rubio-Martinez, L. M. (2018). *Advanced imaging of an incomplete fracture and exostosis of the third metacarpal bone in a young Warmblood horse*. *Equine Veterinary Education*. doi:10.1111/eve.12952

Jacklin, B. and Wright, I. (2012). *Frequency distributions of 174 fractures of the distal condyles of the third metacarpal and metatarsal bones in 167 Thoroughbred*

racehorses (1999-2009). *Equine Veterinary Journal*, 44(6), 707–713. doi:10.1111/j.2042-3306.2012.00558.x

Jackson, M. and Auer, J. (2019). *Vestigial Metacarpal and Metatarsal Bones*. In: *Equine Surgery*. 5th edition. Elsevier.

Jackson, M., Fürst, A., Hässig, M., and Auer, J. (2007). *Splint bone fractures in the horse: a retrospective study 1992–2001*. *Equine Veterinary Education*, 19(6), 329–335. doi:10.2746/095777307x207169

Jackson, M., Geyer, H and Fürst A. (2005). *Anatomie der Griffelbeine und ihrer Umgebung unter besonderer Berücksichtigung der Faszien*. *Pferdeklinik und 2Institut für Veterinäranatomie der Universität Zürich*.

Jackson, M., Geyer, H., and Furst, A. (2005). *Anatomy of the splint bones and their surrounding area particularly in consideration of fascial attachments*. *Schweiz. Arch. Tierheilkd.* 147: 473–481.

Jackson, B., Lonnell, C., Verheyen, K., Dyson, P., Pfeiffer, D. and Price, J. (2005). *Biochemical markers of bone metabolism and risk of dorsal metacarpal disease in 2-year-old Thoroughbreds*. *Equine Veterinary Journal*, 37(1), 87–91. doi:10.2746/0425164054406775

James, F. and Richardson, D. (2006). *Minimally invasive plate fixation of lower limb injury in horses: 32 cases (1999-2003)*. *Equine Veterinary Journal*, 38(3), 246–251. doi:10.2746/042516406776866291

Jann, H. (2004). *Current concepts and techniques in the management of tendon lacerations*. *Clinical Techniques in Equine Practice*, 3(2), 215–224. doi:10.1053/j.ctep.2004.08.005

Jansson, N. (1995). *Digital extensor tendon lacerations in horses: A retrospective evaluation of 22 cases*. *Journal of Equine Veterinary Science*, 15(12), 537–540. doi:10.1016/s0737-0806(07)80424-2

Jenson, P., Gaughan, E., Lillich, J. and Bryant, J. (2004). *Segmental ostectomy of the second and fourth metacarpal and metatarsal bones in horses: 17 cases (1993-*

2002). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 224(2), 271–274. doi:10.2460/javma.2004.224.271

Jeune, S., Macdonald, M., Stover, S., Taylor, K. and Gerdes, M. (2003). *Biomechanical investigation of the association between suspensory ligament injury and lateral condylar fracture in thoroughbred racehorses*. *Veterinary Surgery*, 32(6), 585–597. doi:10.1111/j.1532-950x.2003.00585.x

Johnson, B., Stover, S., Daft, B., Kinde, H., Read, D., Barr, B. and Blanchard, P. (1994). *Causes of death in racehorses over a 2 year period*. *Equine Veterinary Journal*, 26(4), 327–330. doi:10.1111/j.2042-3306.1994.tb04395.x

Jukema, G., Settner, M., Dunkelmann, G., Tilkorn, P., Niemeyer, O. and Hierholzer, G. (1997). *High stability of the Ilizarov ringfixator in a metacarpal fracture of an Arabian foal*. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 116(5), 287–289. doi:10.1007/bf00390055

Kainer, R. and Dee, A. (2011). *Functional Anatomy of the Equine Musculoskeletal System*. In: *Adams' Lameness in Horses*. 6th ed. Wiley Blackwell Publishing, Ltd.

Kane, A., Stover, S., Gardner, I, Bock, K., Case, J., Johnson, B., Anderson, M., Barr, B., Daft, B., Kinde, H., Larochelle, D., Moore, J., Mysore, J., Stoltz, J, Woods, L, Read, D. and Ardans, A. (1998) '*Hoof size, shape, and balance as possible risk factors for catastrophic musculoskeletal injury of Thoroughbred racehorses*'. *American Journal of Veterinary Research*, vol. 59, no. 12, pp. 1545-1552.

Kaneps, A. (2014) *Diagnosis of lameness*. In: *Equine Sports Medicine and Surgery*. 2nd edition. Saunders Elsevier.

Kasashima, Y., Kuwano, A., Katayama, Y., Taura, Y., and Yoshihara, T. (2002). *Magnetic Resonance Imaging Application to Live Horse for Diagnosis of Tendinitis*. *Journal of Veterinary Medical Science*, 64(7), 577–582. doi:10.1292/jvms.64.577

Katayama, Y., Ishida, N., Kaneko, M., Yamaoka, S., and Oikawa, M. (2001). *The Influence of Exercise Intensity on Bucked Shin Complex in Horses*. *Journal of Equine Science*, 12(4), 139–143. doi:10.1294/jes.12.139

Kasashima, Y., Takahashi, T., Smith, R., Goodship, A., Kuwano, A., Ueno, T. and Hirano, S. (2004) *Prevalence of superficial digital flexor tendonitis and suspensory desmitis in Japanese Thoroughbred flat racehorses in 1999*. Equine vet. J. 36, 346-350.

Kawcak, C. and Baxter, G. (2020). *Bone injuries and disease*. In: Adams and Stashak's *Lameness in Horses*. 7th edition. Wiley Blackwell Publishing, Ltd.

Kidd, J., Voute, L. and Hewetson, M. (2004). *Rupture of the flexor tendons of a horse secondary to a non-responsive digital sheath sepsis*. The Veterinary record, 155(7), 201–204. <https://doi.org/10.1136/vr.155.7.201>

Klopfenstein, M., Fürst, A., Kircher, P., Kluge, K. and Kummer, M. (2016). *Salter-Harris type II metacarpal and metatarsal fracture in three foals*. Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology, 29(3), 239–245. doi:10.3415/vcot-15-05-0079

Koblik, P., Hornof, W. and Seeherman, H. (1988). *Scintigraphic appearance of stress-induced trauma of the dorsal cortex of the third metacarpal bone in racing Thoroughbred horses: 121 cases (1978-1986)*. Journal of the American Veterinary Medical Association, 192(3), 390–395.

Koch, C. and Witte, S. (2012). *Septic osteitis and osteomyelitis in foals - are antimicrobials alone enough?* Equine Veterinary Education, 25(2), 67–73. doi:10.1111/j.2042-3292.2012.00409.x

Kolk, J. Van Der, Geelen, S., Jonker, F., Pycock, J., and Koeman, J. (1998). *Hypertrophic osteopathy associated with ovarian carcinoma in a mare*. The Veterinary record, 143, 172-173. doi: 10.1136/vr.143.6.172

König, H. E., and Liebich, H. G. (2012). *Anatomía de los animales domésticos*. Tomo 1. 2a edición. Editorial Médica Panamericana.

Koontz, R. (2018). *Degenerative Suspensory Ligament Disease in Horses*. In: *The Horse*. Available: <https://thehorse.com/159772/degenerative-suspensory-ligament-disease-in-horses/>

Kramer, J. (2006) *Distal Splint Bone Resection*. In: *Manual of Equine Field Surgery*. Elsevier Saunders.

Kümmerle, J., Roger, F. and Smith, K. (2019). *Diagnosis and Management of Tendon and Ligament Disorders*. In *Equine Surgery*. 5ed. Elsevier Saunders.

Labens, R., Schramme, M. and Barr, A. (2013) *Orthopaedics 1. Diagnosis of lameness/diseases of joints and bones*. In: *Equine medicine, surgery and reproduction*. 2 nd edition. Saunders Elsevier.

Labens, R., Schramme, M. C., Robertson, I. D., Thrall, D. E., and Redding, W. R. (2010). Clinical, magnetic resonance, and sonographic imaging findings in horses with proximal plantar metatarsal pain. *Veterinary radiology and ultrasound: the official journal of the American College of Veterinary Radiology and the International Veterinary Radiology Association*, 51(1), 11–18. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.2009.01614.x>

Lameness exams: Evaluating the Lamé Horse. American Association of Equine Practitioners. On line: <https://aaep.org/horsehealth/lameness-exams-evaluating-lame-horse>

Lam, K., Parkin, T., Riggs, C. and Morgan, K. (2007) *Descriptive analysis of retirement of Thoroughbred racehorses due to tendon injuries at the Hong Kong Jockey Club (1992-2004)*. *Equine vet. J.* 39, 143-148.

Launois, T., Desbrosse, F. and Perrin, R. (2003). *Percutaneous osteostixis as treatment for avulsion fractures of the palmar/plantar third metacarpal/metatarsal bone cortex at the origin of the suspensory ligament in 29 cases*. *Equine Veterinary Education*. 15. 126 - 138. [10.1111/j.2042-3292.2003.tb00229.x](https://doi.org/10.1111/j.2042-3292.2003.tb00229.x).

Lawrence, L. A., Ott, E. A., Miller, G. J., Poulos, P. W., Piotrowski, G., and Asquith, R. L. (1994). *The mechanical properties of equine third metacarpals as affected by age*. *Journal of Animal Science*, 72(10), 2617–2623. doi:10.2527/1994.72102617x

Leach, M. and Pool, R. (1992). *Hypertrophic osteopathy in a Shetland pony attributable to pulmonary squamous cell carcinoma metastases*. *Equine Veterinary Journal*, 24(3), 247–249. doi:10.1111/j.2042-3306.1992.tb02825.x

Lempe-Troillet, A., Ludewig, E., Brehm, W., Budras, K. D., Winter, K., and Edinger, J. (2013). Magnetic resonance imaging of plantar soft tissue structures of the tarsus and proximal metatarsus in foals and adult horses. *Veterinary and comparative orthopaedics and traumatology: V.C.O.T*, 26(3), 192–197. <https://doi.org/10.3415/VCOT-12-06-0072>

Les, C.M., Stover, S.M., and Willits, N.H. (1995). *Necropsy survey of metacarpal fusion in the horse*. *Am. J. Vet. Res.* 56: 1421–1432

Lescun, T., McClure, S., Ward, M., Downs, C., Wilson, D., Adams, S. and Reinertson, E. (2007). *Evaluation of transfixation casting for treatment of third metacarpal, third metatarsal, and phalangeal fractures in horses: 37 cases (1994–2004)*. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 230(9), 1340–1349. doi:10.2460/javma.230.9.1340

Levine, D. and Aitken, M. R. (2017). *Physeal Fractures in Foals*. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 33(2), 417–430. doi:10.1016/j.cveq.2017.03.008

Lischer, C., Ringer, S., Schnewlin, M., Imboden, I., Fürst, A., Stöckli, M. and Auer, J. (2006). *Treatment of chronic proximal suspensory desmitis in horses using focused electrohydraulic shockwave therapy*. *Schweizer Archiv fur Tierheilkunde*, 148(10), 561–568. <https://doi.org/10.1024/0036-7281.148.10.561>

Lloyd, K., Koblik, P., Ragle, C., Wheat, J. and Lakritz, J. (1988). *Incomplete palmar fracture of the proximal extremity of the third metacarpal bone in horses: ten cases (1981-1986)*. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 192 6, 798-803.

López, G. (2017) *Efectos producidos por la Neurectomía de la Rama Profunda del Nervio Palmar Lateral, sobre las fibras musculares en la parte proximal del Ligamento Suspensor (M. Interóseo Medio) en Caballos con Desmitis inducida*. Universidad Nacional Autónoma de México.

López, A. y Rodríguez, A. (1993). *Manual de vendajes y fijación externa en el equino*. Trillas.

Loughridge, A., Hess, A., Parkin, T. and Kawcak, C. (2016). *Qualitative assessment of bone density at the distal articulating surface of the third metacarpal in Thoroughbred racehorses with and without condylar fracture*. *Equine Veterinary Journal*, 49(2), 172–177. doi:10.1111/evj.12544

Luo, W., Sandy, J., Trella, K., Gorski, D., Gao, S., et al. (2016) *Degenerative Suspensory Ligament Desmitis (DSLSD) in Peruvian Paso Horses Is Characterized by Altered Expression of TGF β Signaling Components in Adipose-Derived Stromal Fibroblasts*. PLOS ONE 11(11): e0167069. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167069>

Lusi, C. and Davies, H. (2018). *Fascial Anatomy of the Equine Forelimb*. Broken Sound Parkway: CRC Taylor and Francis Group.

Maas, J. (2010). Anomalías musculoesqueléticas. En: *Medicina interna de grandes animales*. 4ta edición. Elsevier Mosby.

MacDonald, M., Kannegieter, N., Peroni, J. and Merfy, E. (2006). *The musculoskeletal system*. In: *The Equine Manual*. 2 nd ed. W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-2769-7.50020-4>.

Mair, T. and Tucker, R. (2004). *Hypertrophic osteopathy (Marie's disease) in horses*. *Equine Veterinary Education*, 16(6), 308–311. doi:10.1111/j.2042-3292.2004.tb00317.x

Mair, T., Dyson, S., Fraser, J., Edwards, G., Hillyer, M. and Love, S. (1996). *Hypertrophic osteopathy (Marie's disease) in Equidae: a review of twenty-four cases*. *Equine Veterinary Journal*, 28(4), 256–262. doi:10.1111/j.2042-3306.1996.tb03088.x

Mair, T. et al., (2013) *Equine Medicine, Surgery and Reproduction*. 2nd edition. Elsevier Saunders.

McClure, S., VanSickle, D., Evans, R., Reinertson, E. and Moran, L. (2004). *The effects of extracorporeal shock-wave therapy on the ultrasonographic and histologic appearance of collagenase-induced equine forelimb suspensory ligament desmitis*.

Ultrasound in Medicine & Biology, 30(4), 461–467. doi:10.1016/j.ultrasmedbio.2003.12.005

McClure, S., Watkins, J., Glickman, N., Hawkins, J.F. and Glickman, L.T. (1998) *Complete fractures of the third metacarpal or metatarsal bone in horses: 25 cases (1980-1996)*. J. Am. Vet. Med. Ass. 213, 847-850.

McDiarmid, A. (1994). *Eighteen cases of desmitis of the accessory ligament of the deep digital flexor tendon*. Equine Veterinary Education, 6(1), 49–56. doi:10.1111/j.2042-3292.1994.tb01084.x

McKibbin, L. and Paraschak, D. (1985) *An investigation on the use of cryosurgery for treatment of bone spavin, splint, and fractured splint bone injuries in standardbred horses*. Cryobiology, 22(5), 468–476. doi:10.1016/0011-2240(85)90158-0

McLennan, M., and Kelly, W. (1977). *Hypertrophic osteopathy and dysgerminoma in a mare*. Australian Veterinary Journal, 53(3), 144–146. doi:10.1111/j.1751-0813.1977.tb00142.x

McIlwraith C. (2002) *Diseases of joints, tendons, ligaments, and related structures*. In: Stashak TS, ed. *Adam's Lameness in Horses*. 5 ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins.

McIlwraith, C. *et al.*, (2016) *Joint disease in the horse*. 2nd edition. Elsevier Saunders.

Mero, J. and Pool, R. (2002) *Twenty cases of degenerative suspensory ligament desmitis in Peruvian Paso horses*. AAEP Proc, 48: 329-334.

Mero, J. and Scarlett, J. (2005). *Diagnostic criteria for degenerative suspensory ligament desmitis in Peruvian Paso horses*. *Journal of Equine Veterinary Science*, 25(5), 224–228. doi:10.1016/j.jevs.2005.04.001

Mespoulhès-Rivière, C., Martens, A., Bogaert, L. and Wilderjans, H. (2008). *Factors affecting outcome of extensor tendon lacerations in the distal limb of horses. A retrospective study of 156 cases (1994-2003)*. *Veterinary and comparative orthopaedics and traumatology : V.C.O.T.*, 21(4), 358–364.

Milner, P., Talbot, A., Singer, E. and Hinnigan, G. (2014). *Is anaesthesia of the deep branch of the lateral plantar nerve specific for the diagnosis of proximal metatarsal*

pain in the horse? Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology, 27(05), 351–357. doi:10.3415/vcot-13-12-0146

Misheff, M., Alexander, G. and Hirst, G. (2010). *Management of fractures in endurance horses*. *Equine Veterinary Education*, 22(12), 623–630. doi:10.1111/j.2042-3292.2010.00150.x

Mizobe, F., Nomura, M., Kato, T., Nambo, Y., and Yamada, K. (2017). Signal changes in standing magnetic resonance imaging of osseous injury at the origin of the suspensory ligament in four Thoroughbred racehorses under tiludronic acid treatment. *Journal of Equine Science*, 28(3), 87–97. doi:10.1294/jes.28.87

Moine, R., Galán, A, Vivas, A, Fioretti, C, Varela, M, Bonino, F, Quinteros, R, and Natali, J. (2015). *Propiedades Morfológicas en la Parte Media de la Diáfisis del Hueso Metacarpiano III de Equino Mestizo Criollo*. *International Journal of Morphology*, 33(3), 955-961. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022015000300024>

Morgan, R. and Dyson, S. (2011). *Incomplete longitudinal fractures and fatigue injury of the proximopalmar medial aspect of the third metacarpal bone in 55 horses*. *Equine Veterinary Journal*, 44(1), 64–70. doi:10.1111/j.2042-3306.2011.00371.x

Morgan, J., Neves, J. and Baker, T. (1991) *Equine Radiography*. Iowa State University Press/AMES

Morgan, J., Santschi, E., Zekas, L., Scollay-Ward, M., Markel, M., Radtke, C. and Muir, P. (2006). *Comparison of Radiography and Computed Tomography to Evaluate Metacarpo/Metatarsophalangeal Joint Pathology of Paired Limbs of Thoroughbred Racehorses with Severe Condylar Fracture*. *Veterinary Surgery*, 35(7), 611–617. doi:10.1111/j.1532-950x.2006.00198.x

Moyer, W., Schumacher, J. and Schumacher, J. (2011). *Equine joint injection and regional anesthesia*. Academic Veterinary Solutions, LLC.

Moyer, W., Spencer, P. and Kallish, M. (1991). Relative incidence of dorsal metacarpal disease in young Thoroughbred racehorses training on two different

surfaces. *Equine Veterinary Journal*, 23(3), 166–168. doi:10.1111/j.2042-3306.1991.tb02748.x

Mudge, M. and Bramlage, L. (2007). *Field Fracture Management. Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 23(1), 117–133. doi:10.1016/j.cveq.2006.11.008

Murray, R. C., and Dyson, S. J. (2011). Magnetic Resonance Imaging. In: *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*, 239–245. doi:10.1016/b978-1-4160-6069-7.00021-3

Muylle, S., Vanderperren, K., Saunders, J., and Simoens, P. (2009). *Morphometric data on the accessory ligament of the deep digital flexor tendon in the equine hindlimb*. *The Veterinary Journal*, 184(3), 298–302. doi:10.1016/j.tvjl.2009.05.026

Nagy, A., and Dyson, S. (2011). Anatomical, magnetic resonance imaging and histological findings in the accessory ligament of the deep digital flexor tendon of forelimbs in nonlame horses. *Equine veterinary journal*, 43(3), 309–316. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2010.00217.x>

Nagy, A., and Dyson, S. (2009). Magnetic resonance anatomy of the proximal metacarpal region of the horse described from images acquired from low- and high-field magnets. *Veterinary radiology and ultrasound: the official journal of the American College of Veterinary Radiology and the International Veterinary Radiology Association*, 50(6), 595–605. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.2009.01589.x>

Nagy, A., and Dyson, S. (2012a). Magnetic resonance imaging findings in the carpus and proximal metacarpal region of 50 lame horses. *Equine veterinary journal*, 44(2), 163–168. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2011.00422.x>

Nagy, A., and Dyson, S. (2012b). Magnetic resonance imaging and histological findings in the proximal aspect of the suspensory ligament of forelimbs in nonlame horses. *Equine veterinary journal*, 44(1), 43–50. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2011.00365.x>

- Nagy, A., Bodó, G., Dyson, S., Compostella, F., and Barr, A. (2010). *Distribution of radiodense contrast medium after perineural injection of the palmar and palmar metacarpal nerves (low 4-point nerve block): An in vivo and ex vivo study in horses*. *Equine Veterinary Journal*, 42(6), 512–518. doi:10.1111/j.2042-3306.2010.00076.x
- Nagy, A., Bodó, G., and Dyson, S. J. (2012). *Diffusion of contrast medium after four different techniques for analgesia of the proximal metacarpal region: an in vivo and in vitro study*. *Equine Veterinary Journal*, 44(6), 668–673. doi:10.1111/j.2042-3306.2012.00564.x
- Nagy, A., Bodo, G., Dyson, S. J., Szabo, F., and Barr, A. R. S. (2009). *Diffusion of contrast medium after perineural injection of the palmar nerves: An in vivo and in vitro study*. *Equine Veterinary Journal*, 41(4), 379–383. doi:10.2746/042516409x372502.
- Nazem M N, Sajjadian S M, Vosough D, and Mirzaesmaeili A. (2015). *Topographic Description of Metacarpal Tendons and Ligaments of Anatoly Donkey by Ultrasonography and Introducing a New Ligament*. *ASJ*; 12 (4) :153-160
URL: <http://anatomyjournal.ir/article-1-119-en.html>
- Nelson, A. (2001). *Scintigraphy in the horse: indications and use in the investigation of lameness and poor performance*. In *Practice*, 23(9), 528–532. doi:10.1136/inpract.23.9.528
- Nelson, N. and Pease, A. (2019). *Magnetic Resonance Imaging*. In: *Equine Surgery*. 5th edition. Elsevier.
- Nelson, N. and Pease A. (2019). *Radiography*. In: *Equine Surgery*. 5th edition. Elsevier.
- Németh, F. and Back, W. (1991). *The use of the walking cast to repair fractures in horses and ponies*. *Equine Veterinary Journal*, 23(1), 32–36. doi:10.1111/j.2042-3306.1991.tb02709.x
- Nixon, A. and Fortier, L. (2020). *Fractures of the Small Metacarpal and Metatarsal (Splint) Bones*. In: *Equine Fracture Repair*. 2nd edition. Wiley-Blackwell.

- Nixon, A., Stover, S. and Nunamaker, D. (2020). *Third Metacarpal Dorsal Stress Fractures*. In: *Equine Fracture Repair*. 2nd edition. Wiley-Blackwell
- Nunamaker D. (2002). *On bucked shins (Milne Lecture)*. Proc Am Assoc Equine Pract 48:76.
- Nunamaker, D. (2011). *The Bucked-Shin Complex. Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*, 953–960.doi:10.1016/b978-1-4160-6069-7.00102-4
- Nunamaker, D., Butterweck, D., and Provost, M. (1990). *Fatigue fractures in thoroughbred racehorses: Relationships with age, peak bone strain, and training*. *Journal of Orthopaedic Research*, 8(4), 604–611. doi:10.1002/jor.1100080417
- Nunamaker, D., Butterweck, D. and Provost, M. (1989). *Some geometric properties of the third metacarpal bone: A comparison between the thoroughbred and standardbred racehorse*. *Journal of Biomechanics*, 22(2), 129–134. doi:10.1016/0021-9290(89)90035-3
- Nunamaker, D., Butterweck, D., and Black, J. (1991). *In vitro comparison of Thoroughbred and Standardbred racehorses with regard to local fatigue failure of the third metacarpal bone*. *American journal of veterinary research*, 52(1), 97–100.
- O'Brien, T. (2005). *O'Brien's Radiology for the Ambulatory Equine Practitioner*. Taylor & Francis Group.
- Ortved, K. and Bertone, A. (2020). *The Metacarpus and Metatarsus*. In: *Adams and Stashak's Lameness in Horses*. 7th ed. Wiley-Blackwell.
- O'Sullivan, C. (2007). *Injuries of the Flexor Tendons: Focus on the Superficial Digital Flexor Tendon*. *Clinical Techniques in Equine Practice*, 6(3), 189–197.doi:10.1053/j.ctep.2007.08.005
- Oteiza, J. (1983) *Introducción al estudio del exterior del caballo y el toro*. México, D.F. CECSA.
- Owen, K., Hinnigan, G., Smith, C. and Smith, M. (2019). *Surgical treatment of a second metacarpal bone exostosis with associated desmitis of the body of the suspensory ligament in a horse*. *Equine Veterinary Education*. doi:10.1111/eve.13117

- Padaliya, N., Ranpariya J., Kumar D., Javia C. and Barvalia. (2015). *Ultrasonographic assessment of the equine palmar tendons*, Veterinary World 8(2):208-212.
- Palmer, Scott. (2002a). *Treatment of Dorsal Metacarpal Disease in the Thoroughbred Racehorse with Radial Extracorporeal Shock Wave Therapy*. Proc. Am. Ass. equine Practnrs.
- Palmer, Scott. (2002b). *Treatment of Dorsal Metacarpal Disease in 29 Thoroughbred Racehorse with Radial Extracorporeal Shock Wave Therapy*. The Northern American Veterinary Conference, Orlando Florida.
- Parkin, T., Clegg, P., French, N., Proudman, C., Riggs, C., Singer, E., Morgan, K. (2006). *Catastrophic fracture of the lateral condyle of the third metacarpus/metatarsus in UK racehorses – fracture descriptions and pre-existing pathology*. The Veterinary Journal, 171(1), 157–165. doi:10.1016/j.tvjl.2004.10.009
- Parkin, T., Clegg, P., French, N., Proudman, C., Riggs, C., Singer, E., Webbon, P. and Morgan, K. (2004) *Risk of fatal distal limb fractures among Thoroughbreds involved in the five types of racing in the United Kingdom*. Vet. Rec. 154, 493-497.
- Patterson-Kane, J., Firth, E., Goodship, A., and Parry, D. (1997b). *Age-related differences in collagen crimp patterns in the superficial digital flexor tendon core region of untrained horses*. Australian Veterinary Journal, 75(1), 39–44. doi:10.1111/j.1751-0813.1997.tb13829.x
- Patterson-Kane, J., Parry, D., Goodship, A. and Firth, E. (1997a). *Exercise modifies the age-related change in crimp pattern in the core region of the equine superficial digital flexor tendon*. New Zealand Veterinary Journal, 45(4), 135–139. doi:10.1080/00480169.1997.36013
- Patterson-Kane, J., Wilson, A., Firth, E., Parry, D. and Goodship, A. (1998). *Exercise-related alterations in crimp morphology in the central regions of superficial digital flexor tendons from young Thoroughbreds: a controlled study*. Equine Veterinary Journal, 30(1), 61–64. doi:10.1111/j.2042-3306.1998.tb04089.x

Payne, R. and Compston, P. (2012). *Short- and long-term results following standing fracture repair in 34 horses*. *Equine Veterinary Journal*, 44(6), 721–725. doi:10.1111/j.2042-3306.2012.00569.x

Peña, F. (2011). *Alteraciones morfológicas de las extremidades de los equinos; diagnóstico, incidencia y estudio de las correlaciones entre éstas y las enfermedades del aparato locomotor*. Departamento de Medicina, Cirugía y Anatomía Veterinaria. Facultad de Veterinaria – Universidad de León.

Perilla, J. (2013). *Estandarización Técnica Ecográfica del Tendón Extensor Digital Lateral-Vaina Sinovial Propia EDL*. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad de Buenos Aires.

Peters, D. (2015). *Diagnosis and Treatment of Suspensory Ligament Injuries*. *Robinson's Current Therapy in Equine Medicine*, 838–841. doi:10.1016/b978-1-4557-4555-5.00194-1.

Peterson, P., Pascoe, J. and Wheat, J. D. (1987). *Surgical Management of Proximal Splint Bone Fractures in the Horse*. *Veterinary Surgery*, 16(5), 367–372. doi:10.1111/j.1532-950x.1987.tb00969.x

Pezzanite, L., Contino, E., and Kawcak, C. (2018). *Lameness originating from the proximal metacarpus/tarsus: A review of local analgesic techniques and clinical diagnostic findings*. *Equine Veterinary Education*. doi:10.1111/eve.12904

Pieber, K., Kuebber-Heiss, A., Kuebber, P., and Kofler, J. (2010). *Fibro-osseous tumour of the fourth metacarpal bone in a horse: Clinical, radiographic and long-term post-operative findings*. *Equine Veterinary Education*, 22(2), 62–65. doi:10.2746/095777309x480902

Pilliner, S., Elmhurst, S. and Davies, Z. (2002). *The horse in motion*. Blackwell Publishing Company.

Pilsworth, R. (1992). *Incomplete fracture of the dorsal aspect of the proximal cortex of the third metatarsal bone as a cause of hind-limb lameness in the racing Thoroughbred: a review of three cases*. *Equine Veterinary Journal*, 24(2), 147–150. doi:10.1111/j.2042-3306.1992.tb02801.x

Pilsworth, R. (1996). *Radiography and radiology of the metacarpus and metatarsus*. Equine Veterinary Education, 8(S3), 43–52. doi:10.1111/j.2042-3292.1996.tb01865.x

Pinchbeck, G. and Kriz, N. (2001). *Two cases of incomplete longitudinal fracture of the proximopalmar aspect of the third metacarpal bone*. Equine Veterinary Education, 13(4), 187–193. doi:10.1111/j.2042-3292.2001.tb00088.x

Pleasant, R., Baker, G., Muhlbauer, M., Foreman, J., and Boero, M. (1992). *Stress reactions and stress fractures of the proximal palmar aspect of the third metacarpal bone in horses: 58 cases (1980-1990)*. Journal of the American Veterinary Medical Association, 201(12), 1918–1923.

Powell, S., Ramzan, P., Head, M., Shepherd, M., Baldwin, G. and Steven, W. (2010). *Standing magnetic resonance imaging detection of bone marrow oedema-type signal pattern associated with subcarpal pain in 8 racehorses: A prospective study*. Equine Veterinary Journal, 42(1), 10–17. doi:10.2746/042516409x471467

Prabhakar, V., Raghunath, M., Singh, T., Saini, N., Mohindroo, J. and Mahajan, S. K. (2013). *Use of Bone Plate for Treatment of an Open Third Metacarpal Fracture in a Foal*. Journal of Equine Veterinary Science, 33(8), 640–644. doi:10.1016/j.jevs.2012.09.005

Prades y Carmona (s.f.). *Historia clínica y examen físico estático del aparato locomotor. En: Examen de cojeras en el caballo, 1er cuaderno*. EcuPhar. Recuperado de: https://www.ecuphar.es/getfile.php?file=Ar_1_8_164_APR.pdf

Preez, P. (1994). *Fractures of the small metacarpal and metatarsal bones (splint bones)*. Equine Veterinary Education, 6(5), 279–282. doi:10.1111/j.2042-3292.1994.tb01153.x

Pusey, A., Brooks, J. and Jenks, A. (2010) *Osteopathy and the treatment of horses*

Radtke, C., Danova, N., Scollay, M., Santschi, E., Markel, M., Gomez, T. and Muir, P. (2003). *Macroscopic changes in the distal ends of the third metacarpal and*

- metatarsal bones of Thoroughbred racehorses with condylar fractures*. American Journal of Veterinary Research, 64(9), 1110–1116. doi:10.2460/ajvr.2003.64.1110
- Ramzan, P., Palmer, L. and Powell, S. (2014). *Unicortical condylar fracture of the Thoroughbred fetlock: 45 cases (2006-2013)*. Equine Veterinary Journal, 47(6), 680–683. doi:10.1111/evj.12349
- Rantanen, N. W., Jorgensen, J. S. and Genovese, R. L. (2011). *Ultrasonographic Evaluation of the Equine Limb*. In: *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*, 182–205. doi:10.1016/b978-1-4160-6069-7.00016-x.
- Ray, C. and Baxter, G. (1995). Splint bone injuries in horses. *Comp cont Educ Vet Pract* 17:123.
- Redding, R. (2011) *Ultrasound*. In: *Adams' Lameness in Horses*. 6th ed. Wiley Blackwell Publishing, Ltd.
- Reef, V. (1998). *Musculoskeletal ultrasonography*. In *Equine diagnostic ultrasound*. Saunders Co, Philadelphia.
- Reynolds, C. (2000). *Proximal suspensory desmitis- a qualitative*. Proceedings American Association Equine, 46, p.143-144.
- Richardson, D. and Orved, K. (2019). *Third Metacarpal and Metatarsal Bones*. In: *Equine Surgery*. 5th edition. Elsevier.
- Riggs, C. (1994). *Incomplete fracture of the proximo-palmar aspect of the third metacarpal bone*. Equine Veterinary Education, 6(5), 263–267. doi:10.1111/j.2042-3292.1994.tb01150.x
- Riggs, C., Whitehouse, G. and Boyde, A. (1999b). *Pathology of the distal condyles of the third metacarpal and third metatarsal bones of the horse*. Equine Veterinary Journal, 31(2), 140–148. doi:10.1111/j.2042-3306.1999.tb03807.x
- Riggs, C., Whitehouse, G. and Boyde, A. (1999a). *Structural variation of the distal condyles of the third metacarpal and third metatarsal bones in the horse*. Equine Veterinary Journal, 31(2), 130–139. doi:10.1111/j.2042-3306.1999.tb03806.x

Riquelme, G., Sepúlveda, J. M., Al Ghumgham, Z., del Campo, M., Montero, C., and Lagos, N. (2017). *Neosaxitoxin, a Paralytic Shellfish Poison toxin, effectively manages bucked shins pain, as a local long-acting pain blocker in an equine model. Toxicon, 141, 15–17. doi:10.1016/j.toxicon.2017.11.004*

Rodríguez, A. y López, A. (2012). *Evaluación clínica del aparato locomotor de los equinos. En: Metodología Diagnóstica Veterinaria. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.*

Rohde, C., Anderson, D., Bertone, A. and Weisbrode, S. (2000). *Effects of phenylbutazone on bone activity and formation in horses. American Journal of Veterinary Research, 61(5), 537–543. doi:10.2460/ajvr.2000.61.537*

Romagnoli, Noemi and Rinnovati, Riccardo and Ricciardi, Giulia and Lambertini, Carlotta and Spinella, Giuseppe and Spadari, Alessandro. (2014). *Clinical Evaluation of Intralesional Injection of Platelet-Rich Plasma for the Treatment of Proximal Suspensory Ligament Desmitis in Horses. Journal of Equine Veterinary Science. 35. 10.1016/j.jevs.2014.12.011.*

Rooney, J. and Genovese, R. (1981). *A survey and analysis of bowed tendon in thoroughbred racehorses. Journal of Equine Veterinary Science, 1(2), 49–53. doi:10.1016/s0737-0806(81)80002-0*

Rose, R. and Hodgson, D. (1995). *Manual Clínico de Equinos. Interamericana Mc Graw- Hill. México DF, México. 632 p.*

Ross, M. (2011). *Anamnesis (History). In: Diagnosis and Management of Lameness in the horse. 2 nd edition. Elsevier Saunders.*

Ross, M. (2011). *Lameness in Horses: Basic Facts Before Starting. In: Diagnosis and Management of Lameness in the horse. 2nd edition. Elsevier Saunders.*

Ross, M. (2011). *Manipulation. In: Diagnosis and Management of Lameness in the horse. 2 nd edition. Elsevier Saunders.*

Ross, M. (2011). *Palpation. In: Diagnosis and Management of Lameness in the horse. 2 nd edition. Elsevier Saunders.*

Ross, M. (1998). *Scintigraphic and clinical findings in the Standardbred metatarsophalangeal joint: 114 cases (1993-1995)*. Equine Veterinary Journal, 30 2, 131-8. doi:10.1111/j.2042-3306.1998.tb04472.x

Ross (1997) *Surgical management of superficial digital flexor tendonitis*. In: Proceedings of the 43^{er} Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners; 43: 291.6

Ross, M. (2011). *The Metatarsal Region. Diagnosis and Management of Lameness in the Horse. 2nd edition. Elsevier Saunders. 499–508*. doi:10.1016/b978-1-4160-6069-7.00043-2

Ross, M. and Dyson, S. (2011) *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse. 2nd. Elsevier Saunders*.

Ross, M., Ford, T. and Orsini, P. (1988). *Incomplete Longitudinal Fracture of the Proximal Palmar Cortex of the Third Metacarpal Bone in Horses*. Veterinary Surgery, 17(2), 82–86. doi:10.1111/j.1532-950x.1988.tb00282.x

Ross, M. and Martin, B. (1992). *Dorsomedial articular fracture of the proximal aspect of the third metacarpal bone in Standardbred racehorses: seven cases (1978–1990)*. J. Am. Vet. Med. Assoc. 201: 332–335.

Ross, M. and McIlwraith, W. (2011) *Conformation and Lameness. In: Diagnosis and Management of Lameness in the horse. 2nd edition. Elsevier Saunders*.

Ross, M. W., and Stacy, V. S. (2011). *Nuclear Medicine. In: Diagnosis and Management of Lameness in the Horse, 215–234*. doi:10.1016/b978-1-4160-6069-7.00019-5

Russell, T. and Maclean, A. (2006). *Standing surgical repair of propagating metacarpal and metatarsal condylar fractures in racehorses*. Equine Veterinary Journal, 38(5), 423–427. doi:10.2746/042516406778400664

Salcedo, J. (2014) *Efectos en la Rama Profunda del Nervio Plantar Lateral a causa de una lesión creada experimentalmente en el aspecto proximal del Ligamento Suspensor del Menudillo en el miembro pélvico de Caballos*. Universidad Nacional Autónoma de México.

Sampson, S. N., and Tucker, R. L. (2007). Magnetic Resonance Imaging of the Proximal Metacarpal and Metatarsal Regions. *Clinical Techniques in Equine Practice*, 6(1), 78–85. doi:10.1053/j.ctep.2006.11.007

Sandoval, J. (1998). *Tratado de Anatomía veterinaria*. Tomo II: Aparato locomotor. Imprenta Sorles, Valdelafuente.

Sayegh, A., Sande, R., Besser, T., Ragle, C., Russell L. and Gordon J. (2019) *Appendicular Osteomyelitis in Horses: Etiology, Pathogenesis, and Diagnosis*. Available in: <https://www.vetfolio.com/learn/article/appendicular-osteomyelitis-in-horses-etiology-pathogenesis-and-diagnosis>

Schallberger, S. P., Doherr, M. G. and Ueltschi, G. (2004). *Scintigraphic Appearance of the Dorsal Cortex of the Third Metacarpus and Third Metatarsus in the Horse*. *Veterinary Radiology Ultrasound*, 45(4), 352–356. doi:10.1111/j.1740-8261.2004.04044.x

Schenkman, D., Armien, A., Pool, R., Williams, J., Schultz, R. and Galante, J. O. (2009). *Systemic Proteoglycan Deposition Is Not a Characteristic of Equine Degenerative Suspensory Ligament Desmitis (DSL D)*. *Journal of Equine Veterinary Science*, 29(10), 748–752. doi:10.1016/j.jevs.2009.07.015

Schleining, J. and Voss, E. (2004). *Hypertrophic osteopathy secondary to gastric squamous cell carcinoma in a horse*. *Equine Veterinary Education*, 16(6), 304–307. doi:10.1111/j.2042-3292.2004.tb00316.x

Schnabel, L., Sonea, H., Jacobson, M. and Fortier, L. (2008). *Effects of platelet rich plasma and acellular bone marrow on gene expression patterns and DNA content of equine suspensory ligament explant cultures*. *Equine veterinary journal*, 40(3), 260–265. <https://doi.org/10.2746/042516408X278030>

Schneider, R. and Sampson, S. (2020). *Fractures of the Third Metacarpal/Metatarsal Diaphysis and Metaphysis*. In: *Equine Fracture Repair*. 2nd edition. Wiley-Blackwell 436–451. doi:10.1002/9781119108757.ch24

Schramme, M. and Labens, R. (2013) *Diseases of the metacarpus and metatarsus in Equine Medicine, Surgery and Reproduction*. 2 nd edition. Saunders Elsevier.

Schramme, M. and Labens, R. (2013). *Orthopaedics 2. Diseases of the foot and distal limbs. Equine Medicine, Surgery and Reproduction*, 329–368. 2nd ed. Elsevier. doi:10.1016/b978-0-7020-2801-4.00016-x

Schramme, M. and Segard-Weisse, M. (2020). Magnetic resonance imaging. In: Adams and Stashak's Lameness in Horses. 7th edition. Wiley Blackwell Publishing, Ltd.

Schramme, M., Josson, A., and Linder, K. (2012). Characterization of the origin and body of the normal equine rear suspensory ligament using ultrasonography, magnetic resonance imaging, and histology. *Veterinary radiology and ultrasound: the official journal of the American College of Veterinary Radiology and the International Veterinary Radiology Association*, 53(3), 318–328. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.2011.01922.x>

Schramme, M., Kerekes, Z., Hunter, S., and Labens, R. (2010). MR IMAGING FEATURES OF SURGICALLY INDUCED CORE LESIONS IN THE EQUINE SUPERFICIAL DIGITAL FLEXOR TENDON. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 51(3), 280–287. doi:10.1111/j.1740-8261.2009.01660.x

Schultz, L. (2004). *Howell Equine Handbook of Tendon and Ligament Injuries*. Howell Book House.

Schumacher, J. (2009) *Lameness of the hind limbs caused by proximal suspensory desmitis (Proceedings)*. Dvm600. Recuperado de <https://www.dvm360.com/view/lameness-hind-limbs-caused-proximal-suspensory-desmitis-proceedings>

Schumacher, T. and Stashak, T. (2017) *Management of Wounds of the Distal Extremities. In: Equine Wound Management*. Third Edition. Wiley-Blackwell

Schumacher, J., Livesey, L., Graves, F. J., Schumacher, J., Schramme, M. C., Hathcock, J. and Gomez, J. (2004). *Effect of anaesthesia of the palmar digital nerves on proximal interphalangeal joint pain in the horse*. *Equine Veterinary Journal*, 36(5), 409–414. doi:10.2746/0425164044868404

Seabaugh, K., Hubert, J., Kawcak, C., McGilvray, K., Santoni, B., Rao, S. and Baxter, G. (2012). *Effect of Sequential Removal of Parts of the Second Metacarpal Bone on the Biomechanical Stability of the Equine Carpus*. *Veterinary Surgery*, 41(7), 862–868. doi:10.1111/j.1532-950x.2012.01011.x

Seabaugh, K. A., Selberg, K. T., Valdés-Martínez, A., Rao, S., and Baxter, G. M. (2011). *Assessment of the tissue diffusion of anesthetic agent following administration of a low palmar nerve block in horses*. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 239(10), 1334–1340. doi:10.2460/javma.239.10.1334

Sellnow, L. (2001). *Scintigraphy: Get It While It's Hot*. In: *The Horse*. Disponible: <https://thehorse.com/14026/scintigraphy-get-it-while-its-hot/>

Setterbo, J., Yamaguchi, A., Hubbard, M., Upadhyaya, S. K., and Stover, S. (2011). *Effects of equine racetrack surface type, depth, boundary area, and harrowing on dynamic surface properties measured using a track-testing device in a laboratory setting*. *Sports Engineering*, 14(2-4), 119–137. doi:10.1007/s12283-011-0073-4

Sherlock, C. and Archer, R. (2008). *A retrospective study comparing conservative and surgical treatments of open comminuted fractures of the fourth metatarsal bone in horses*. *Equine Veterinary Education*, 20(7), 373–379. doi:10.2746/095777308x329163

Shorafafa, W. M., Feaster, J. P., and Ott, E. A. (1979). *Horse Metacarpal Bone: Age, Ash Content, Cortical Area and Failure Stress Interrelationships*. *Journal of Animal Science*, 49(4), 979–982. doi:10.2527/jas1979.494979x

Silver, I. A., Brown, P. N., Goodship, A. E., Lanyon, L. E., McCullagh, K. G., Perry, G. C., & Williams, I. F. (1983). *A clinical and experimental study of tendon injury, healing and treatment in the horse*. *Equine veterinary journal. Supplement*, (1), 1–43.

Smith, R. (2008). *Mesenchymal stem cell therapy for equine tendinopathy*. *Disability and Rehabilitation*, 30(20-22), 1752–1758. doi:10.1080/09638280701788241

Smith, R. (2008). *Tendon and Ligament Injury*. In: Proceedings of the 54th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners 2008; San Diego, California.

Smith, R., Birch, H., Patterson-Kane, J., Firth, E., Williams, L., Cherdchutham, W., Van Weeren, W. and Goodship, A. (1999). *Should equine athletes commence training during skeletal development?: changes in tendon matrix associated with development, ageing, function and exercise*. Equine veterinary journal. Supplement, (30), 201–209. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1999.tb05218.x>

Smith, R. and Cauvin, E. (2014). *Ultrasonography of the Metacarpus and Metatarsus*. In: *Atlas of Equine Ultrasonography*. Wiley-Blackwell.

Smith, L. and Mair, T. (2007). *Rupture of the superficial flexor tendon in the forelimb in aged horses: a report of nine cases*. Equine Veterinary Education, 19(4), 183–186. doi:10.2746/095777307x188323

Smith, L., Greet, T. and Bathe, A. (2009). *A Lateral Approach for Screw Repair in Lag Fashion of Spiral Third Metacarpal and Metatarsal Medial Condylar Fractures in Horses*. Veterinary Surgery, 38(6), 681–688. doi:10.1111/j.1532-950x.2009.00503.x

Smith, R., Werling, N., Dakin, S., Alam, R., Goodship, A. and Dudhia, J. (2013). *Beneficial Effects of Autologous Bone Marrow-Derived Mesenchymal Stem Cells in Naturally Occurring Tendinopathy*. PLoS ONE, 8(9), e75697. doi:10.1371/journal.pone.0075697

Soffler, C., and Hermanson, J. W. (2006). *Muscular design in the equine interosseus muscle*. Journal of Morphology, 267(6), 696–704. doi:10.1002/jmor.10433

Soroko, M., Dudek, K., Howell, K., Jodkowska, E., and Henklewski, R. (2014). *Thermographic Evaluation of Racehorse Performance*. Journal of Equine Veterinary Science, 34(9), 1076–1083. doi:10.1016/j.jevs.2014.06.009

Soroko, M., Henklewski, R., Filipowski, H., and Jodkowska, E. (2013). *The Effectiveness of Thermographic Analysis in Equine Orthopedics*. Journal of Equine Veterinary Science, 33(9), 760–762. doi:10.1016/j.jevs.2012.11.009.

Soroko, M., Howell, K., and Zielińska, P. (2016). *Application of thermography in racehorse performance*. Quantitative InfraRed Thermography. 10.21611/qirt.2016.122

Souza, M., Van Weeren, P., Van Schie, H. and Van De Lest, C. (2010). *Regional differences in biochemical, biomechanical and histomorphological characteristics of the equine suspensory ligament*. Equine Veterinary Journal, 42(7), 611–620. doi:10.1111/j.2042-3306.2010.0089.x

Spurlock, G. (1989). *Management of Traumatic Tendon Lacerations*. Veterinary Clinics of North America: Equine Practice, 5(3), 575–590. doi:10.1016/s0749-0739(17)30576-x

Stashak T. (208). *Tendonitis (bowed tendon)*. Recuperado de http://www.itarget.com.br/newclients/abraveq2012/down/2012/abr_ne09_pal_ted5.pdf

Stashak, T. (2013). *Practical Guide to Lameness in Horses*, p. 785. Blackwell Publishing.

Steckel, R. R. (1991). *The Role of Scintigraphy in the Lameness Evaluation*. Veterinary Clinics of North America: Equine Practice, 7(2), 207–239. doi:10.1016/s0749-0739(17)30498-4

Strömberg, B. (1973). *Morphologic, Thermographic and ¹³³Xe Clearance Studies on Normal and Diseased Superficial Digital Flexor Tendons in Race Horses*. Equine Veterinary Journal, 5(4), 156–161. doi:10.1111/j.2042-3306.1973.tb03217.x

Tatarniuk, D., Trumble, T. and Baxter, G. (2020). Lameness in the Young Horse. In: Adams and Stashak's Lameness in Horses. 7th edition. Wiley-Blackwell

Thorpe, C. T., Cleg, P. D., & Birch, H. L. (2010). *A review of tendon injury: Why is the equine superficial digital flexor tendon most at risk?* Equine Veterinary Journal, 42(2), 174–180. doi:10.2746/042516409x480395

Thrall, D. (2018) *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology*. 7 ed. Saunders.

Toothaker, Z. (2017). *Developing learning models to teach equine anatomy and biomechanics*. University of Maine.

- Tóth, F., Schumacher, J., Schramme, M., Holder, T., Adair, H. S. and Donnell, R. L. (2008). *Compressive Damage to the Deep Branch of the Lateral Plantar Nerve Associated with Lameness Caused by Proximal Suspensory Desmitis*. *Veterinary Surgery*, 37(4), 328–335. doi:10.1111/j.1532-950x.2008.00385.x
- Tranquille, C., Parkin, T. and Murray, R. (2012). *Magnetic resonance imaging-detected adaptation and pathology in the distal condyles of the third metacarpus, associated with lateral condylar fracture in Thoroughbred racehorses*. *Equine Veterinary Journal*, 44(6), 699–706. doi:10.1111/j.2042-3306.2011.00535.x
- Tranquille, C., Murray, R. and Parkin, T. (2016). *Can we use subchondral bone thickness on high-field magnetic resonance images to identify Thoroughbred racehorses at risk of catastrophic lateral condylar fracture?* *Equine Veterinary Journal*, 49(2), 167–171. doi:10.1111/evj.12574
- Turner, T. A. (2001). *Diagnostic Thermography*. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 17(1), 95–114. doi:10.1016/s0749-0739(17)30077-9
- Turner T. A. (1991). *Thermography as an aid to the clinical lameness evaluation*. *The Veterinary clinics of North America. Equine practice*, 7(2), 311–338. [https://doi.org/10.1016/s0749-0739\(17\)30502-3](https://doi.org/10.1016/s0749-0739(17)30502-3)
- Turner, T. A. (2020). *Thermography*. In: *Adams and Stashak's Lameness in Horses*. 7th edition. Wiley Blackwell Publishing, Ltd.
- Turner, T., Pansch, J. and Wilson, J. (2001). *Thermographic Assessment of Racing Thoroughbreds*. *Proc. Annu. Convention AAEP*. 47.
- Twardock, A. R. (2001). *Equine Bone Scintigraphic Uptake Patterns Related to Age, Breed, and Occupation*. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 17(1), 75–94. doi:10.1016/s0749-0739(17)30076-7
- Uribe, J. (2014). *Sistema de clasificación de fracturas del esqueleto apendicular de los équidos, con base en la clasificación de fracturas Müller AO: Estudio de Revisión*. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia – Universidad Nacional Autónoma de México.

Valdés, A. and Park R. (2011). *Radiology*. In: *In: Adams' Lameness in Horses*. 6th ed. Wiley Blackwell Publishing, Ltd.

Valdés, A. and Steyn, P. (2011). *Nuclear medicine*. In: *In: Adams' Lameness in Horses*. 6th ed. Wiley Blackwell Publishing, Ltd.

Van den Belt, A., Becker, C. and Dik, K. J. (1993). *Desmitis of the accessory ligament of the deep digital flexor tendon in the horse: clinical and ultrasonographic features*. A report of 24 cases. *Zentralblatt für Veterinärmedizin. Reihe A*, 40(7), 492–500. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0442.1993.tb00657.x>

Van den Belt, Dik, K. and Barneveld, A. (1994). *Ultrasonographic evaluation and long term follow-up of flexor tendonitis/desmitis in the metacarpal/metatarsal region in Dutch warmblood horses and standardbred racehorses*. *Veterinary Quarterly*, 16(sup2), 76–80. doi:10.1080/01652176.1994.9694507

Verheyen, K., Henley, W., Price, J. and Wood, J. (2005). *Training-related factors associated with dorsometacarpal disease in young Thoroughbred racehorses in the UK*. *Equine Veterinary Journal*, 37(5), 442–448. doi:10.2746/042516405774480085

Verschooten, F., Gasthuys, F. and Moor, A. (1984). *Distal splint bone fractures in the horse: An experimental and clinical study*. *Equine Veterinary Journal*, 16(6), 532–536. doi:10.1111/j.2042-3306.1984.tb02011.x

Vieira, M., Oliveira, Sousa, Oliveira, Pereira, I., Hermeto, L., Matuo, R., Fernández, W., Silva, R. and Antonioli, A. (2014). *Therapeutic potential of mesenchymal stem cells to treat Achilles tendon injuries*. *Genetics and molecular research : GMR*. 13. 10434-10449. 10.4238/2014.December.12.5.

Waselau, M., Sutter, W., Genovese, R. and Bertone, A. (2008). *Intralesional injection of platelet-rich plasma followed by controlled exercise for treatment of midbody suspensory ligament desmitis in Standardbred racehorses*. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 232(10), 1515–1520. doi:10.2460/javma.232.10.1515

Watkins, J. (2006). *Etiology, Diagnosis, and Treatment of Long Bone Fractures in Foals*. *Clinical Techniques in Equine Practice*, 5(4), 296–308. doi:10.1053/j.ctep.2006.09.004

Watt, B., Foerner, J., and Haines, G. (1998). *Incomplete Oblique Sagittal Fractures of the Dorsal Cortex of the Third Metacarpal Bone in Six Horses*. *Veterinary Surgery*, 27(4), 337–341. doi:10.1111/j.1532-950x.1998.tb00136.x

Weaver, M and Barakzai, S. (2010) *Handbook of Equine Radiography*. Saunders Elsevier.

Webbon, P. M. (1979). *The racing performance of horses with tendon lesions treated by percutaneous tendon splitting*. *Equine Veterinary Journal*, 11(4), 264–265. doi:10.1111/j.2042-3306.1979.tb01362.x

Weekes, J. S., Murray, R. C., and Dyson, S. J. (2006). *Scintigraphic evaluation of the proximal metacarpal and metatarsal regions in clinically sound horses*. *Veterinary Radiology Ultrasound*, 47(4), 409–416. doi:10.1111/j.1740-8261.2006.00161.x

Werner, H. (2013) *How to perform basic nerve blocks in the field in Proceedings of the 13th International Congress of the World Equine Veterinary Association WEVA*. Budapest, Hungary.

Werpy, N. M. (2012). *Recheck Magnetic Resonance Imaging Examinations for Evaluation of Musculoskeletal Injury*. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 28(3), 659–680. doi:10.1016/j.cveq.2012.09.003

Werpy, N. M., Denoix, J. M., McIlwraith, C. W., and Frisbie, D. D. (2013). *Comparison between standard ultrasonography, angle contrast ultrasonography, and magnetic resonance imaging characteristics of the normal equine proximal suspensory ligament*. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 54(5), 536–547. doi:10.1111/vru.12051

Werpy, N. M., and Denoix, J.-M. (2012). *Imaging of the Equine Proximal Suspensory Ligament*. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 28(3), 507–525. doi:10.1016/j.cveq.2012.08.005

Whitcomb, M. (2009). *Review of Ultrasonographic Techniques to Improve Musculoskeletal Image Quality*. American Association Equine Practitioners PROCEEDINGS. Vol 55.

Whitton, R., Trope, G., Ghasem-Zadeh, A., Anderson, G., Parkin, T., Mackie, E. and Seeman, E. (2010). *Third metacarpal condylar fatigue fractures in equine athletes occur within previously modelled subchondral bone*. *Bone*, 47(4), 826–831. doi:10.1016/j.bone.2010.07.019

Williams, G. (2014). *Horse Movement: Structure, Function and Rehabilitation*. Allen, an imprint of The Crowood Press.

Winter, M. Berry, C. and Reese, D. (2010). *Imaging Is Believing — Nuclear Scintigraphy in Horses*. *Diagnostics Compendium*. Disponible en: <https://www.vetfolio.com/learn/article/imaging-is-believing-nuclear-scintigraphy-in-horses>.

Wisner, E., O'Brien, T., Pool, R., Pascoe, J., Koblick, P., Hornoff, W. and Poulos, P. (1991). *Osteomyelitis of the axial border of the proximal sesamoid bones in seven horses*. *Equine Veterinary Journal*, 23(5), 383–389. doi:10.1111/j.2042-3306.1991.tb03743.x

Wright, I. and Nixon, A. (2020). *Fractures of the Condyles of the Third Metacarpal and Metatarsal Bones*. In: *Equine Fracture Repair*. 2nd edition. Wiley-Blackwell.

Wright, I., Platt, D., Houlton, J. and Webbon, P. (1990). *Management of intracortical fractures of the palmaroproximal third metacarpal bone in a horse by surgical forage*. *Equine Veterinary Journal*, 22(2), 142–144. doi:10.1111/j.2042-3306.1990.tb04229.x

Wright, I. and Smith, M. (2009). *A Lateral Approach to the Repair of Propagating Fractures of the Medial Condyle of the Third Metacarpal and Metatarsal Bone in 18 Racehorses*. *Veterinary Surgery*, 38(6), 689–695. doi:10.1111/j.1532-950x.2009.00562.x

Xie L, N., Spencer, R., Beadle, L., Gaschen, M., Buchert and MJ Lopez. (2010) *Effects of athletic conditioning on horses with degenerative suspensory ligament desmitis: A preliminary report*. Vet J, 2010, in press, doi:10.1016/j.tvjl.2010.06.010.

Yiannikouris, S., Schneider, R., Sampson, S. and Roberts, G. (2011). *Desmotomy of the Accessory Ligament of the Deep Digital Flexor Tendon in the Forelimb of 24 Horses 2 Years and Older*. Veterinary Surgery, 40(3), 272–276. doi:10.1111/j.1532-950x.2011.00815.x

Ysusi, A. (2012). *Diagnóstico orientado por los problemas en las claudicaciones de los equinos, enfermedades óseas y articulares. Estudio de revisión*. Universidad Nacional Autónoma de México.

Ysusi A. (2017). Evaluación del bloqueo volar bajo cuatro puntos como prueba diagnóstica para la desmitis proximal inducida en equinos. Universidad Nacional Autónoma de México.

Zekas, L., Bramlage, L., Embertson, R. and Hance, S. (1999a). *Characterization of the type and location of fractures of the third metacarpal/metatarsal condyles in 135 horses in central Kentucky (1986-1994)*. Equine Veterinary Journal, 31(4), 304–308. doi:10.1111/j.2042-3306.1999.tb03821.x

Zekas, L., Bramlage, L., Embertson, R. and Hance, S. (1999b). *Results of treatment of 145 fractures of the third metacarpal/metatarsal condyles in 135 horses (1986-1994)*. Equine Veterinary Journal, 31(4), 309–313. doi:10.1111/j.2042-3306.1999.tb03822.x

Zubrod, C. J., Schneider, R. K., and Tucker, R. L. (2004). *Use of magnetic resonance imaging identify suspensory desmitis and adhesions between exostoses of the second metacarpal bone and the suspensory ligament in four horses*. Journal of the American Veterinary Medical Association, 224(11), 1815–1789. <https://doi.org/10.2460/javma.2004.224.1815>