



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**PRINCIPALES PATOLOGÍAS DE LAS ESTRUCTURAS ÓSEAS DE
LA ARTICULACIÓN INTERFALÁNGICA DISTAL (CASCO) DEL
EQUINO: ESTUDIO DE REVISIÓN.**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MÉDICA VETERINARIA Y ZOOTECNISTA

PRESENTA

DANIELA GUZMÁN BARRERA

Asesores:

MVZ MSc Alejandro Rodríguez Monterde

MVZ MC Luz Gabriela López Navarro

Ciudad Universitaria, Ciudad de México

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 por apoyarme, inspirarme y motivarme todos los días de la carrera y por creer en mí incondicionalmente.

A mi hermano por nunca soltarme y ser el mejor compañero de vida que pudieron regalarme.

Agradecimientos

A Rodríguez Monterde por abrirme las puertas desde antes de la carrera, por enseñarme tanto, por ser mi guía y por toda la paciencia que me ha tenido a lo largo de estos años.

A la doctora Gabriela López por enseñarme en este proceso y motivarme.

A mis sinodales por tomarse el tiempo de checar este trabajo y poner un granito de arena para que quedara bien.

A mis padres y mi hermano simplemente por ser y estar.

A Cristian por estar en cada momento, por recordarme todos los días lo capaz que soy y por brindarme su amor y comprensión todos los días.

A Luna por ser el mejor equipo y por hacer de este camino algo tan especial.

A Daniela por hacerme sentir poderosa.

A Xiuh por enseñarme que nada es pretexto, por estar cuando nadie más estuvo y por ser tan ella.

A todos aquellos que de alguna forma aportaron en mi formación académica (maestros, amigos, familiares; etc).

A todos los animales que me dieron la oportunidad de aprender y practicar a lo largo de la carrera.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por ser mi casa y brindarme tanto.

CONTENIDO

Dedicatorias	-----II
Agradecimientos	-----III
Contenido	-----IV
1. Resumen	-----1
2. Introducción	-----2
3. Morfofisiología del casco	-----4
3.1 Casco	-----4
3.2 Osteología	-----8
3.3 Articulación interfalángica distal	-----15
3.4 Ligamentos	-----16
3.5 Tendones	-----17
3.6 Bursa del sesamoideo distal	-----18
3.7 Irrigación	-----18
3.7.1 Arterias	-----20
3.7.2 Venas	-----23
3.8 Inervación	-----25
4. Metodología diagnóstica enfocada a casco	-----27
4.1 Identificación y Reseña	-----27
4.2 Anamnesis	-----28
4.3 Inspección y palpación del casco en apoyo	-----28
4.4 Inspección en dinámica	-----37
4.5 Analgesia diagnóstica	-----39
5. Imagenología	-----51
5.1 Radiología	-----51
5.1.1 Radiología de casco	-----51
5.1.2 Radiología del hueso navicular	-----63
5.1.3 Venografía	-----67
5.2 Fluoroscopía	-----69
5.3 Ecografía de casco	-----70
5.4 Resonancia Magnética	-----76

5.5 Tomografía computarizada	-----81
5.6 Gammagrafía	-----84
5.7 Artroscopia de la falange distal	-----89
6. Patologías óseas del hueso navicular	-----96
6.1 Síndrome podotroclear	-----96
6.2 Fractura del hueso navicular	-----119
6.3 Hueso navicular bipartito y tripartito	-----130
7. Patologías óseas que involucran a la falange distal	-----137
7.1 Laminitis	-----137
7.2 Osteoartritis de la articulación interfalángica distal	-----156
7.3 Quistes subcondrales en la falange distal	-----168
7.4 Fracturas de la falange distal	-----175
7.4.1 Fracturas oblicuas no articulares del proceso palmar/plantar	-----177
7.4.2 Fracturas oblicuas articulares del proceso palmar/plantar	-----182
7.4.3 Fracturas oblicuas y sagitales que dividen la falange distal en aproximadamente dos mitades	-----188
7.4.4 Fracturas articulares que involucran el proceso extensor	-----193
7.4.5 Fracturas conminuta articulares o no articulares	-----199
7.4.6 Fracturas del margen solar no articulares	-----201
7.4.7 Fracturas no articulares de los procesos palmares/plantares en potros	-----206
7.5 Osteítis pedal aséptica de la falange distal	-----210
7.6 Osteítis séptica de la falange distal	-----216
7.7 Osteocondrosis del proceso extensor de la falange distal	-----221
7.8 Neoplasias en la falange distal	-----226
8 Enfermedades óseas que involucran a los procesos palmares/plantares	-----231
8.1 Osteítis de procesos palmares/plantares de la falange distal	-----231
8.2 Osificación/Mineralización de los cartílagos ungulares	-----235
8.3 Fractura de los cartílagos ungulares osificados	-----244

9 Fracturas de la falange media que involucran a la articulación	
interfalángica distal	-----248
10 Analisis de la información	-----254
11 Referencias	-----256

1. Resumen

GUZMÁN BARRERA DANIELA. PRINCIPALES PATOLOGÍAS DE LAS ESTRUCTURAS ÓSEAS DE LA ARTICULACIÓN INTERFALÁNGICA DISTAL (CASCO) DEL EQUINO: ESTUDIO DE REVISIÓN. Bajo la dirección de: MVZ MSc Alejandro Rodríguez Monterde y MVZ MC Luz Gabriela López Navarro.

En este estudio de revisión se realizó una recopilación de datos sobre las principales patologías que afectan las estructuras que conforman a la articulación interfalángica distal (casco); cada patología incluye: definición, etiopatogenia, epidemiología, diagnóstico, tratamiento y pronóstico.

Las generalidades propias de la región se encuentran al inicio del estudio, para una mayor comprensión de las patologías. Se revisaron alrededor de 200 fuentes especializadas en medicina equina, que van desde el año 1985 hasta el año en curso, entre estas se encuentran artículos de revistas indizadas, libros, tesis de licenciatura; etc.

La tesis se divide en nueve capítulos: resumen, introducción, morfofisiología de la región, metodología diagnóstica enfocada al casco, patologías óseas del hueso navicular, patologías óseas que involucran a la falange distal, enfermedades óseas que involucran a los procesos palmares/plantares y fracturas de la porción articular distal de la falange media. Además cuenta con 190 imágenes, que esquematizan e ilustran para una mayor comprensión cada tema a tratar.

2. Introducción

La claudicación es un signo de que existe algún daño morfológico o funcional en alguna estructura componente del sistema locomotor, la cual se traduce en una deambulación anormal de uno o más miembros. Esta puede ser causada por un trauma, por una anomalía genética o adquirida, por infecciones, trastornos metabólicos, circulatorios o nerviosos; o una combinación de ellos. El diagnóstico de las claudicaciones requiere de un conocimiento detallado de la anatomía, una comprensión de la dinámica y una apreciación de la conformación del paciente (Ysusi, 2012).

Para lograr el diagnóstico se debe realizar un examen completo para diferenciar los tipos de claudicación y los problemas que pudieron haber sido la causa de esta, con el objetivo de determinar si el caballo está claudicando, determinar el o los miembros afectados, región o regiones del problema, causas específicas, tratamiento apropiado y pronóstico (González, 2017).

El casco es el origen de dolor más común del miembro. La capacidad de proporcionar un pronóstico preciso, depende del conocimiento de la mayor cantidad posible de variables (la coexistencia de problemas en el miembro, la duración de la claudicación, el entorno del caballo, la función zootécnica, las expectativas del propietario; etc.) (Moyer y Carter, 2007).

El miembro del caballo hace contacto con el suelo a través de los cascos (ungulado), que solo contienen al tercer dedo, en el extremo distal de cada una de sus cuatro extremidades. Sin embargo, esto tiene un precio, explotando un nicho evolutivo, que es exitoso la mayor parte del tiempo, los caballos dependen extremadamente de la salud de un complejo aparato suspensivo entre la falange distal y sus cascos (Pollit, 2016)

El casco es la interfaz entre el sistema musculoesquelético y el suelo. Funciona como una extensión de la falange distal, como una palanca sobre la articulación interfalángica distal (AID) y como una entidad en sí misma (Dyson y Ross, 2010).

Este consiste en el casco epidérmico y todo lo que encierra: el tejido conectivo corion (dermis), la almohadilla digital, la falange distal, la mayor parte de los cartílagos ungulares, la articulación interfalángica distal, la extremidad distal de la falange media, el hueso sesamoideo distal, la bursa podotroclear (bursa navicular), varios ligamentos, la inserción del tendón extensor digital común y la del tendón flexor digital profundo, vasos sanguíneos y nervios. La piel entre los talones también es parte del casco (Baxter, 2011).

La articulación interfalángica distal es una articulación compuesta (una articulación compuesta por tres o más elementos esqueléticos) formada por la tróclea distal de la falange media, la falange distal y el hueso sesamoideo distal (navicular) (Pollit, 2016).

El periostio de la falange distal parece estar más desorganizado y menos diferenciado que en el resto de los huesos, esto se atribuye a las tensiones particulares a las que está sometida. En un casco normal, la pared dorsal del mismo y la superficie dorsal de la falange distal permanecen paralelas entre sí y las fuerzas que actúan sobre el hueso son transmitidas uniformemente a la pared del casco y viceversa (Stewart, 2013).

Las lesiones atléticas generalmente resultan de la imposición de tensiones repetitivas que exceden la capacidad de los tejidos. Por lo tanto, la magnitud de dichas tensiones y la probabilidad de que exista una lesión, dependen del equilibrio y conformación del miembro, son extremadamente importantes para mantener un óptimo funcionamiento de las extremidades y limitar las lesiones (Dyson y Ross, 2010).

El presente estudio tiene como objetivo recopilar información sobre la región del casco, las principales patologías que afectan a las estructuras óseas y al cartílago articular (articulación interfalángica distal), contemplando su definición, etiología, diagnóstico, tratamientos y pronóstico. Con la finalidad de servir como fuente de información y aprendizaje para estudiantes de medicina veterinaria y zootecnia, médicos veterinarios y zootecnistas e interesados en el área.

3. Morfofisiología del casco

El casco está conformado por tejido córneo y todo lo que envuelve: corion, cojinete plantar, cartílagos ungulares, falange distal, porción distal de la falange media, sesamoideo distal (hueso navicular), bursa podotroclear (navicular), ligamentos, inserción del tendón flexor digital profundo (TFDP), talones y la piel que se encuentra entre ellos, vasos sanguíneos y nervios (Fig. 1) (Baxter, 2020, Caldwell, 2017; Belknap y *et al*, 2017). Para este estudio de revisión únicamente serán descritas las estructuras que se encuentran dentro del casco y pueden ser afectadas en las patologías que serán descritas.

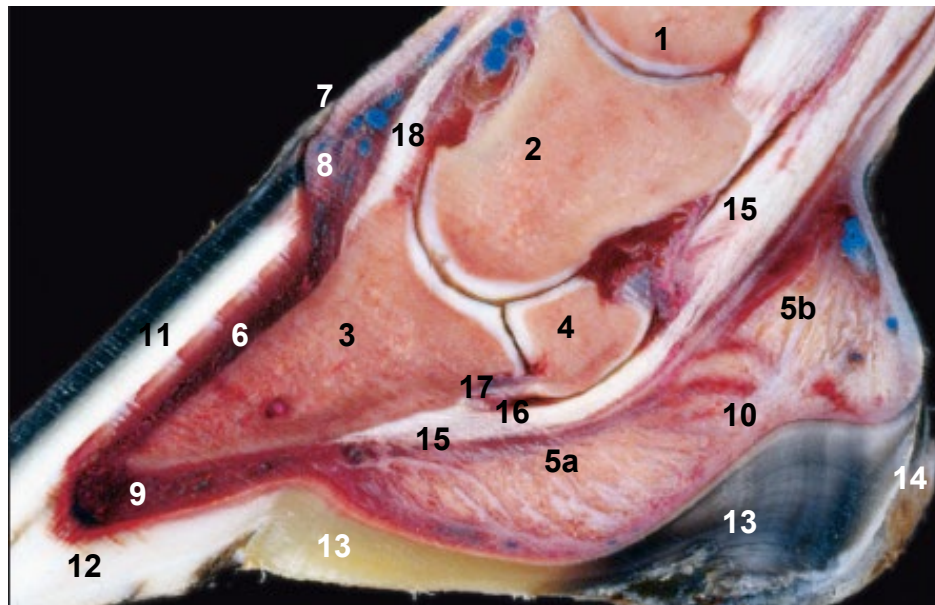


Figura 1. Corte sagital del casco en un espécimen: 1) Falange proximal, 2) Falange media, 3) Falange distal, 4) Sesamoideo distal, 5) Cojinete plantar: a) porción cuneal, b) porción tórica; 6) Corion parietal, 7) Corion perióplico, 8) Corion coronario, 9) Corion solar, 10) Corion cuneal, 11) Muralla, 12) Suela, 13) Ranilla, 14) Talón, 15) TFDP, 16) Bursa del sesamoideo distal, 17) ligamento impar, 18) TEDC (Modificado de Denoix, 2000).

3.1 Casco

El casco tiene la función de modular las cargas irregulares y atenuar el impacto que produce la extremidad al entrar en contacto con el suelo, este se deforma de acuerdo a la transferencia de cargas de peso durante la fase de apoyo; la pared dorsal se aplanar y los talones y los cuartos realizan un movimiento abaxial al

entrar en contacto. Sus puntos de soporte son: la muralla, la ranilla y el talón (Baxter, 2020).

Pero la función principal del casco es proteger los tejidos blandos que se encuentran dentro de su cápsula, este permite al caballo galopar en superficies duras, sin embargo, su desventaja principal es que si ocurre el desprendimiento de las láminas del casco de la superficie parietal de la falange distal, el caballo queda incapacitado para movilizarse. El exterior del casco está conformado por: banda coronaria, muralla, suela, línea blanca, ranilla y bulbos del casco (Fig. 2) (Baxter, 2020).

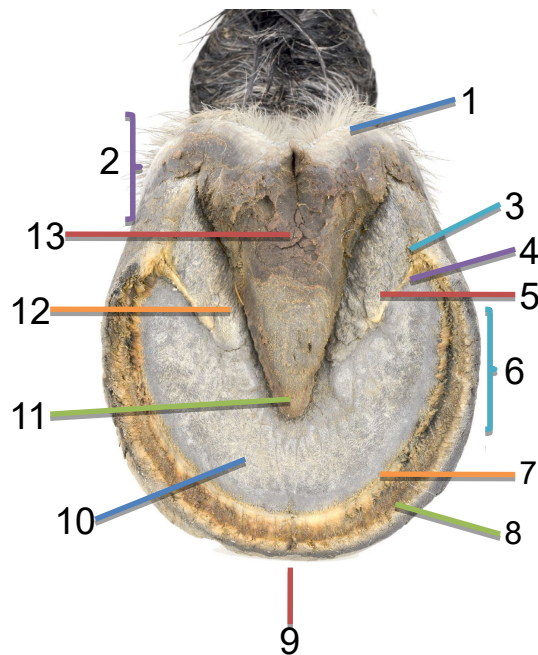


Figura 2. Exterior del casco: 1) bulbos del casco, 2) talón, 3) ángulo de la muralla, 4) ángulo de la suela, 5) barra, 6) cuartos, 7) línea blanca, 8) estrato medio de la muralla, 9) pinza, 10) suela, 11) ranilla, 12) laguna lateral, 13) laguna central (Modificado de Pollit, 2016).

Está conformado por tres capas: epidermis, dermis (corion) e hipodermis (tejido subcutáneo). La epidermis es dividida en: estrato basal, estrato espinoso y estrato córneo. El estrato basal (células basales epiteliales laminares) y el estrato espinoso (células parabasales laminares), se denominan en conjunto estrato germinativo, aunque este se describe habitualmente como la capa en la que las

células se dividen y se convierten en queratinocitos maduros, existe una tasa de replicación extremadamente baja en la mayor parte del tejido laminar. El estrato córneo forma la cápsula del casco (Belknap y *et al*, 2017; Caldwell, 2017).

Además está compuesto por 5 coriones: perióplico, coronario, laminar, solar, cuneal (ranilla) y tórico (bulbar). El coronario y perióplico son adyacentes y están estructurados de manera similar, de igual forma el bulbar y solar están íntimamente relacionados. La epidermis que recubre los coriones coronario y perióplico, forma túbulos córneos; las células epidérmicas que recubren la superficie de las papilas se dividen y se diferencian en los queratinocitos para formar los túbulos, mientras que las células epidérmicas en los espacios intermedios forman el cuerno intertubular (Belknap y *et al*, 2017).

El estrato interno consiste en aproximadamente 600 láminas epidérmicas primarias, cada una de las cuales tiene entre 100-150 láminas epidérmicas secundarias no queratinizadas. Pollit (2016) confirmó que las láminas epidérmicas secundarias no queratinizadas, se interdigitan a la perfección con las láminas dérmicas secundarias que forman parte del corion laminar que recubre la superficie parietal, suspendiéndolo a la falange distal dentro del casco. Entre las láminas epidérmicas y las dérmicas existe una capa epitelial delgada que recibe el nombre de membrana basal, la cual sufre constante remodelación. Permite que las láminas epidérmicas secundarias se deslicen hacia distal más allá de las láminas dérmicas, rompiendo y reformando la unión de forma escalonada para que las células queratinizadas puedan moverse distalmente (crecimiento del casco), sin dejar de soportar la carga (Fig. 3) (Caldwell, 2017; Pollit, 2016; Belknap y *et al*, 2017).

El crecimiento del casco sirve para compensar el desgaste de la suela, la proliferación activa ocurre únicamente en la corona y en las laminas proximales del casco (Caldwell, 2017). Cuando el casco entra en contacto con el suelo, los talones suelen caer primero, seguidos en secuencia por los cuartos y la pinza. La expansión del casco es gracias a la elasticidad de su muralla, la suela al ser cóncava no absorbe mucha fuerza, aunque está ligeramente deprimida por la

fuerza que ejerce la falange distal, lo que provoca la expansión de los cuartos. El descenso de la AID ocurre cuando el hueso navicular se desplaza en dirección distopalmar, estirando sus ligamentos colaterales y el ligamento impar, empujándolo contra la bursa del navicular y el TFDP (Baxter, 2020).

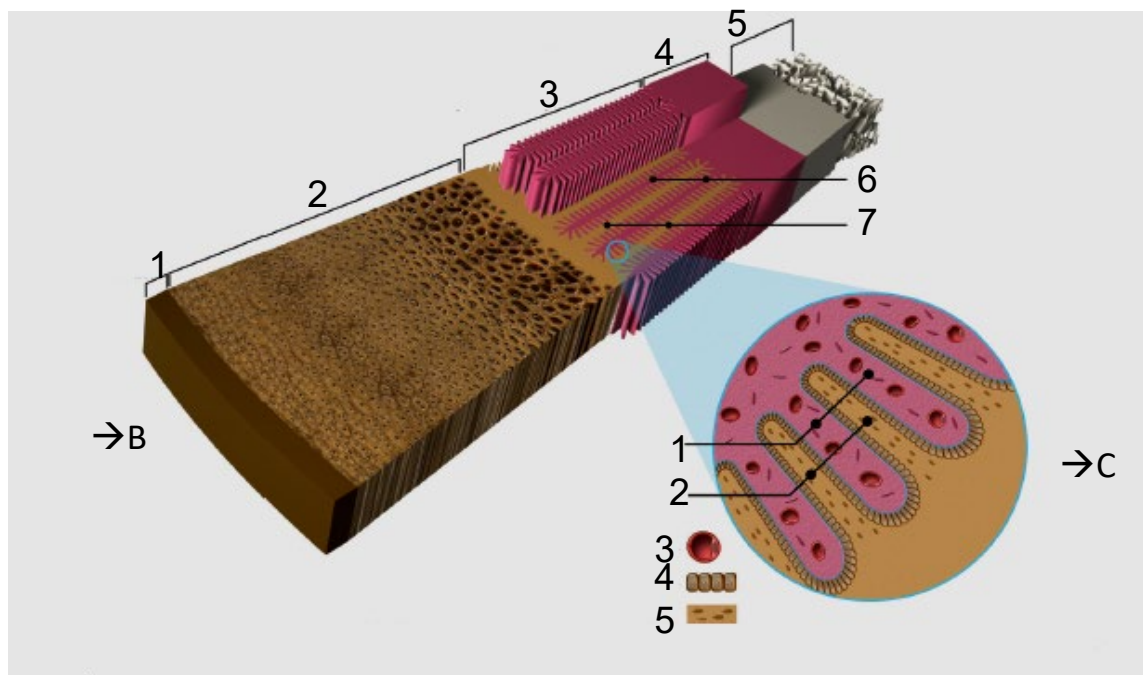
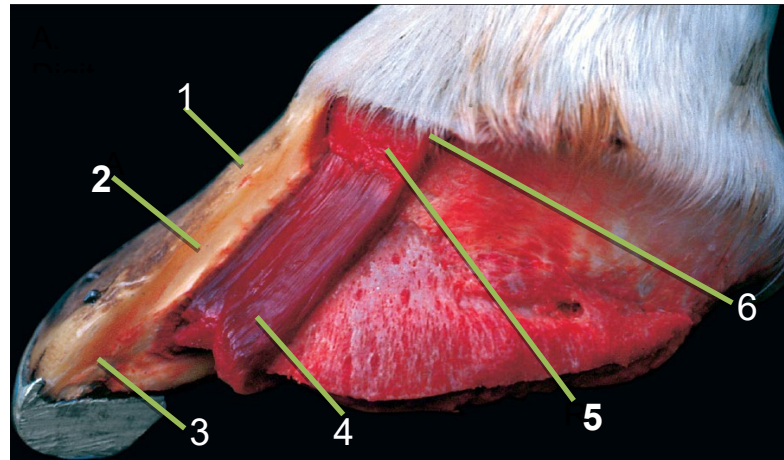


Figura 3. A→ 1) estrato externo, 2) estrato medio, 3) estrato intermedio, 4) láminas dérmicas, 5) dermis coronaria, 6) dermis perióplica. B→ 1) estrato externo, 2) estrato medio, 3) estrato intermedio, 4) dermis sublaminar, 5) falange distal, 6) láminas dérmicas primarias, 7) láminas epidérmicas primarias. C→ 1) láminas dérmicas secundarias, 2) láminas epidérmicas secundarias, 3) microvasculatura laminar dérmica, 4) células epiteliales basales laminares, 5) células epiteliales parabasales laminares (Modificado de Denoix, 2000 y Belknap y *et al*, 2017).

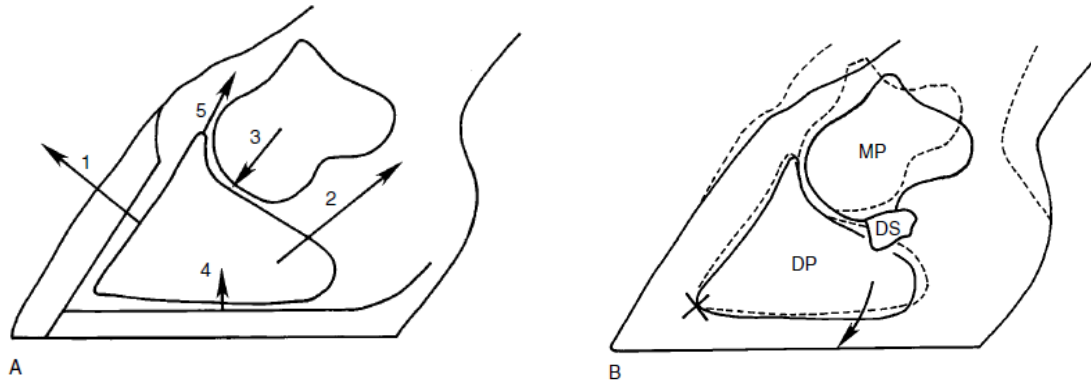


Figura 4. A) Diagrama de las fuerzas que actúan sobre la falange distal: 1- Fuerza de las láminas de la muralla, 2- fuerza de tracción de TFDP, 3- fuerza de compresión de la falange media, 4- fuerza de compresión de la suela y 5- fuerzas de tracción de las ramas extensoras del ligamento suspensor y TEDC (extensor largo en miembros pélvicos). B) Cambios de posición de la falange media, el sesamoideo distal y la muralla del casco al soportar peso (Modificado de Baxter, 2020).

3.2 Osteología

Falange distal

Esta se encuentra dentro del casco y se adapta a la forma del mismo, tiene tres superficies, tres bordes y dos ángulos. La superficie articular está en su porción proximal y palmar, fundamentalmente está en contacto con la cabeza de la falange media, también presenta una zona palmar lisa y estrecha, donde se articula con el sesamoideo distal (Sisson y Grossman, 2005; Belknap y *et al*, 2017).

El borde proximal o coronario presenta una eminencia central, conocida como proceso extensor, en el cual se inserta el tendón extensor digital común (TEDC) en los miembros torácicos y el tendón extensor digital largo (TEDL) en los miembros pelvicos, a cada lado tiene una depresión donde se insertan los ligamentos colaterales (Sisson y Grossman, 2005; Belknap y *et al*, 2017).

La superficie parietal o dorsal esta inclinada en dirección dorso distal, el ángulo de inclinación es de 45 a 50 grados con relación al suelo, hacia abaxial la altura disminuye y la inclinación es más profunda, en especial en su lado medial; de un lado al otro tiene una forma casi semicircular. Su apariencia es porosa y esta perforada por varios forámenes, sobre la superficie dorsal a cada lado pasa el

surco parietal que termina en uno de los forámenes de mayor tamaño (esta superficie se encuentra cubierta por el corion laminar) (Fig. 5). El borde solar es delgado cortante e irregular, tiene una escotadura dorsal ancha que se conoce como crena (Sisson y Grossman, 2005; Belknap y *et al*, 2017).



Figura 5. Corteza parietal y margen solar de la falange distal, se observan numerosos forámenes que perforan la superficie parietal y entre éstos crestas de hueso cortical, que son las zonas de inserción de los haces de colágenos del aparato suspensor de la falange distal. Los orificios de mayor tamaño grandes corresponden a conductos para las ramas parietales más grandes del arco terminal de las arteria y vena digitales (Modificado de Pollit, 2016).

La superficie solar esta arqueada y dividida en dos partes desiguales por una línea rugosa curvada, que recibe el nombre de línea semilunar, caudalmente a esta línea se encuentra la superficie flexora conocida así porque está relacionada con la inserción del TFDP. También tiene una prominencia central rugosa, de cada lado en la cual descansa el surco solar; que conduce hacia el canal solar. Los surcos solares y los forámenes alojan a las terminaciones de las arterias digitales palmares dentro del canal solar, donde se anastomosan y forman un arco terminal. Las ramas de este último salen a través de los canales del hueso y emergen por los forámenes de la superficie parietal, estos no son vasos nutricios, sino arterias que irrigan el corion del casco (Sisson y Grossman, 2005; Belknap y *et al*, 2017).

Las apófisis palmares son masas prismáticas que se proyectan palmarmente a cada lado, la medial es generalmente más corta. Cada uno es dividido en una porción proximal y una distal, por una escotadura o un foramen que conduce al

surco parietal. En su borde dorsal se inserta el cartílago ungular; la forma de la falange distal en los miembros torácicos es redondeada y en los miembros pélvicos es triangular (Fig. 6 y 7) (Sisson y Grossman, 2005; Belknap y *et al*, 2017).

A los 300 días de gestación ya se puede observar una capa cartilaginosa en el extremo proximal de la falange distal, esta se osifica antes del nacimiento, se ha descrito que la falange distal únicamente tiene un núcleo de osificación (Sisson y Grossman, 2005).

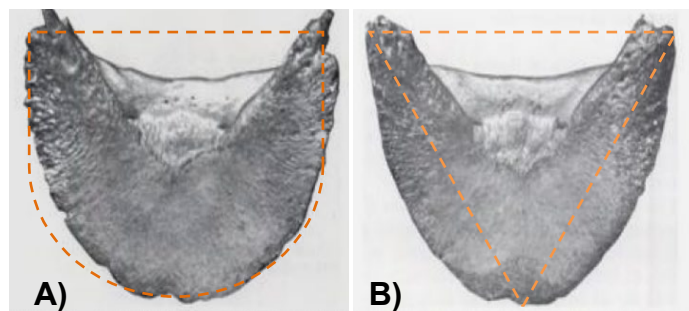


Figura 6. A) Forma de la falange distal de un miembro torácico. B) Forma de la falange distal de un miembro pélvico (Modificado de Sisson y Grossman, 2005).

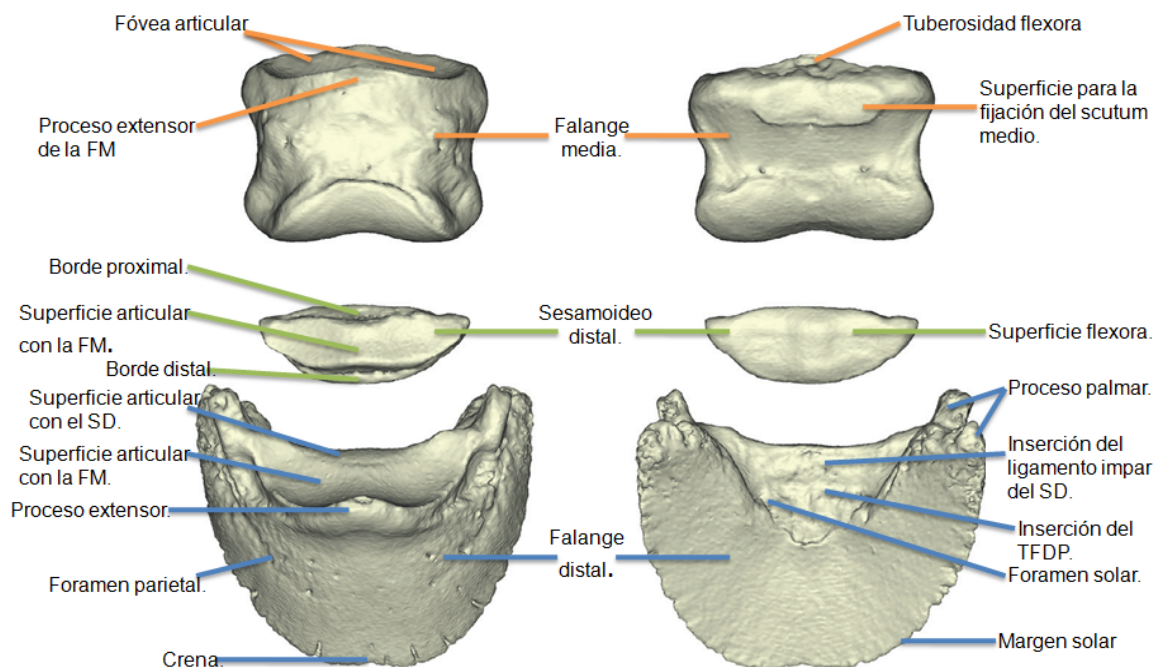


Figura 7. Modelos computarizados de los huesos del casco, a la izquierda se observa el aspecto dorsal y a la derecha el palmar (Modificado de Pollit, 2016).

Cartílagos ungulares

Los cartílagos colaterales o mejor llamados cartílagos ungulares, se encuentran profundos al casco y la piel, en su porción abaxial están cubiertos por el plexo venoso coronario. Estas proyecciones romboides se originan desde los procesos palmares o plantares y se dirigen hacia proximal cerca de la banda coronaria, donde pueden ser palpados, el 50% de estos se encuentra palmar a la falange distal (Fig. 8) (Baxter, 2020; Belknap y *et al*, 2017).

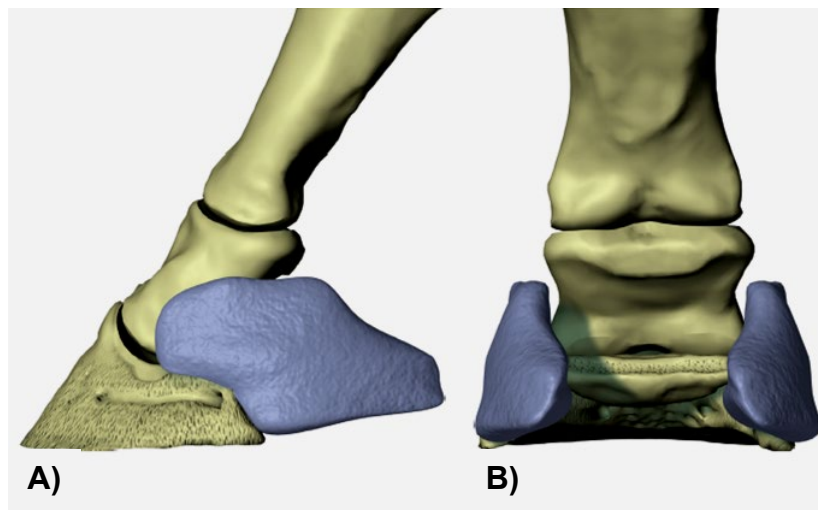


Figura 8. Cartílagos ungulares de la falange distal: A) Vista lateral y B) Vista palmar (Modificado de Belknap y *et al*, 2017).

En su superficie axial son cóncavos, mientras en la superficie abaxial son convexos, su porción distal es más ancha y se van adelgazando hacia proximal. La porción media tiene varios orificios por donde pasan las venas que conectan el plexo venoso palmar con el coronario. Estos cartílagos son sostenidos por 5 ligamentos:

- 1- El primero es un ligamento corto y prominente que se extiende desde la superficie dorsal de la falange media, hacia la superficie dorsal del cartílago.
- 2- El segundo es una banda elástica mal definida que se extiende desde los lados de la falange proximal al borde proximal del cartílago.

- 3- Varias fibras cortas unen al cartílago desde su porción distal hacia la falange distal.
- 4- Este se extiende desde el aspecto dorsal del cartílago hacia la inserción del TEDC. El aspecto dorsal también se encuentra involucrado con la unión distal de los ligamentos colaterales de la AID.
- 5- Es una extensión del ligamento colateral del sesamoideo distal, se une el extremo del sesamoideo distal con el cartílago ungular respectivo (Baxter, 2020).

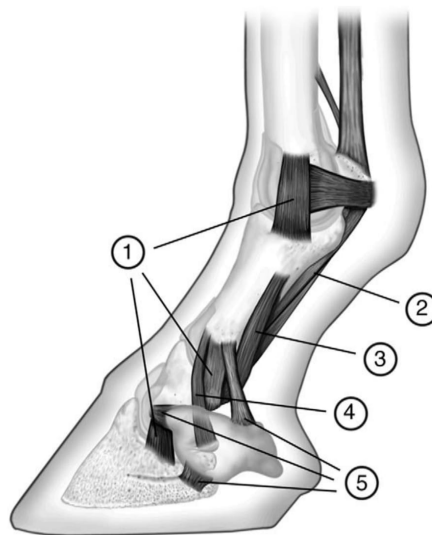


Figura 9. Ligamentos de la porción distal del miembro: ligamentos colaterales de la articulación metacarpo falángica y las articulaciones interfalángicas (1), ligamentos sesamoideos distales (2), ligamento palmar (3), ligamento colateral del sesamoideo distal (4), ligamentos encargados de la unión de los cartílagos ungulares a las estructuras adyacentes (5) (Modificado de Parques, 2003).

El Cojinete palmar/plantar se encuentra entre los cartílagos colaterales, es una malla de colágeno, fibras elásticas, tejido adiposo y pequeñas masas de fibrocartílago, cuya función es disminuir el impacto de las contusiones en el casco, se encuentra unido a la falange distal y la porción distal del TFDP, cerca de su inserción. Proximal y dorsalmente se une al ligamento anular digital (Baxter, 2020; Ross y Dyson, 2011).

Algunos caballos tienen áreas de fibrocartílago en el cojinete palmar/plantar y si están presentes, también se encontrarán en los cartílagos ungulares y el TFDP (Baxter, 2020; Ross y Dyson, 2011; Belknap y *et al*, 2017).

Sesamoideo distal

El sesamoideo distal o hueso navicular se encuentra palmar/plantar a las falanges media y distal. Su eje mayor es transverso y posee dos superficies, dos bordes y dos extremidades, a continuación, serán descritos:

1. *Superficie articular*; proximal y dorsal, consta de una eminencia central con dos zonas cóncavas a los lados y se articula con la cabeza de la falange media.
2. *Superficie flexora*; se encuentra en dirección distal y palmar, tiene una forma semejante a la articular, pero es más extensa y menos lisa. Está cubierta por cartílago y el TFDP se desliza sobre ella.
3. *Borde proximal*; es ancho y está surcado en su parte media, en los extremos es más estrecho y redondeado.
4. *Borde distal*; distalmente tiene una porción estrecha para su articulación con la falange distal. En su aspecto palmar, tiene un surco que contiene un gran número de foraminas e invaginaciones sinoviales y se encuentra limitado palmarmente por su borde prominente (Fig. 10 y 11) (Sisson y Grossman, 2005; Belknap y *et al*, 2017).

Falange media

La falange media es un hueso corto que se articula con la falange proximal en su porción proximal y con la falange distal en su porción distal; este hueso se encuentra íntimamente relacionado con el tendón extensor digital común (TEDC) o extensor digital largo antes de su inserción en el proceso extensor de la falange distal. La superficie articular distal de la falange media está conformada por una tróclea que permite la flexión y extensión en su articulación con la falange distal y el hueso navicular; esta articulación se encuentra dentro de la cápsula del casco.

Únicamente su porción distal se encuentra dentro del casco, por lo cual solo esta será descrita (Sisson y Grossman, 2005; Watkins, 2019).

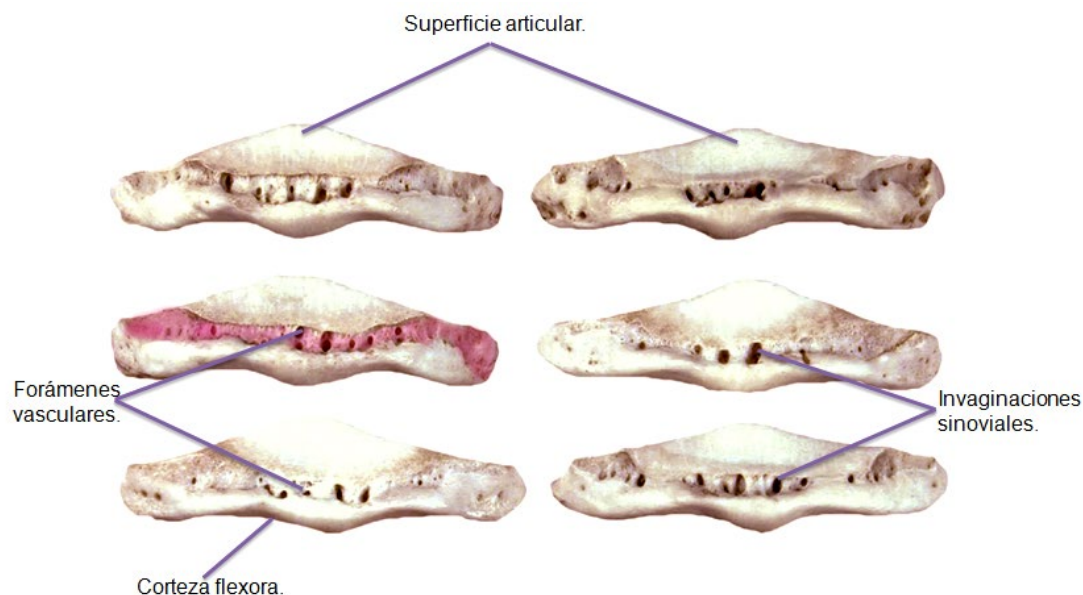


Figura 10. Seis sesamoideos distales que se colocaron sobre sus bordes proximales, para mostrar la variabilidad en tamaño y número de invaginaciones sinoviales que caracterizan al borde distal del hueso (Modificado de Pollit, 2016).

Tiene 3 núcleos de osificación, se pueden observar antes del término de gestación, su unión ocurre de los 6 a los 8 meses (Fig. 12) (Sisson y Grossman, 2005).

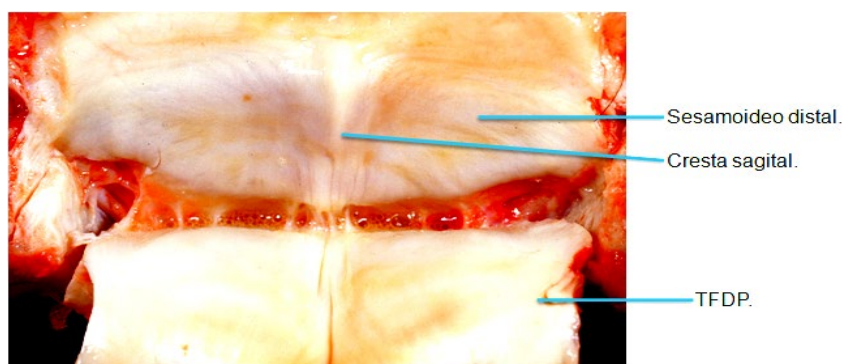


Figura 11. Fotografía de un espécimen donde se ha retirado la bursa del navicular, para que se pueda observar la superficie flexora del hueso recubierta por cartílago y el TFDP que se desliza sobre dicha superficie (Modificado de Pollit, 2016).

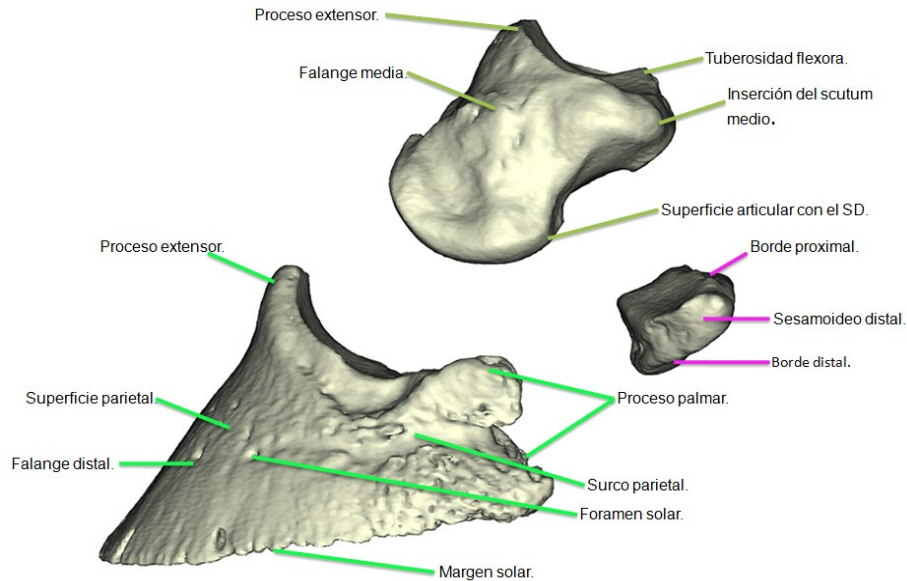


Figura 12. Modelo computarizado de la falange media, la falange distal y el sesamoideo distal, en su vista lateral sin estar articulados (Modificado de Pollit, 2016).

3.3 Articulación interfalángica distal

La articulación interfalángica distal (AID) es en forma de gínglimo o bisagra, está conformada por la tróclea distal de la falange media, la falange distal y el sesamoideo distal (navicular). Tiene un rango limitado de movimientos laterales y de rotación, pero amplio rango de flexión y extensión. La cápsula articular se inserta en los bordes de las superficies articulares, dorsalmente y sobre los lados es gruesa y se junta con el TEDC y el ligamento colateral. Forma un receso palmar, que se extiende en sentido proximal hasta la mitad de la falange media, donde se separa por una membrana fibrosa de la vaina digital, se encuentra por debajo del TFDP. A cada lado se proyectan recesos de la cápsula hacia los cartílagos ungulares de la falange distal, palmares/plantares a los ligamentos colaterales (Sisson y Grossman, 2005; Pollit, 2016; Belknap y *et al*, 2017; König y Liebich, 2011).

El receso dorsal se encuentra en un plano profundo al TEDC, aproximadamente 10-15mm proximal a la corona (Pollit, 2016; König y Liebich, 2011).

La AID estabiliza a: el ligamento impar del sesamoideo distal, los ligamentos colaterales de la AID, el TFDP y el ligamento anular distal. Cuando el casco tiene

un mal balance o el caballo camina sobre una superficie irregular, la falange distal no se desliza uniformemente con la falange media, lo cual aumenta la probabilidad de lesionar esta articulación. El rango limitado del movimiento lateral y rotacional, es usado durante el diagnóstico, trotar en círculos es más doloroso para un caballo con la articulación lastimada (Fig. 13 y 14) (Pollit, 2016).

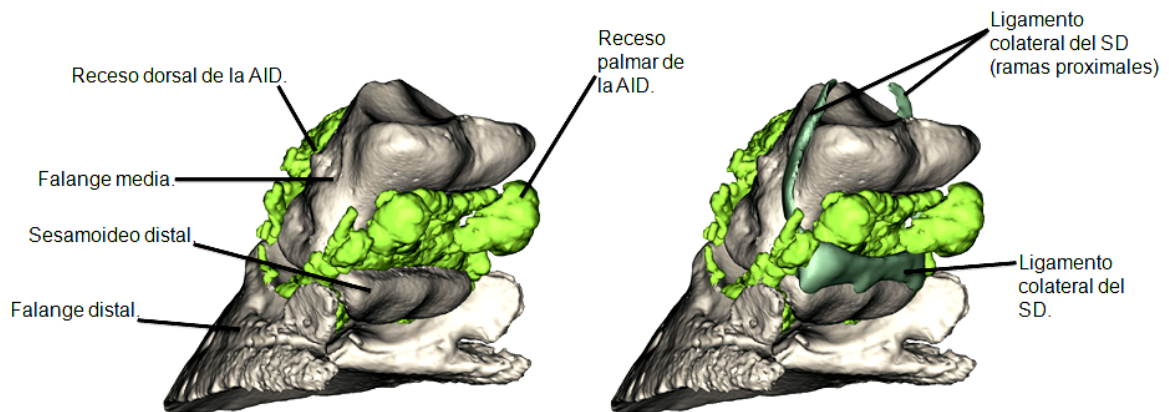


Figura 13. Modelos computarizados de la articulación interfalángica distal (Modificado de Pollit, 2016).

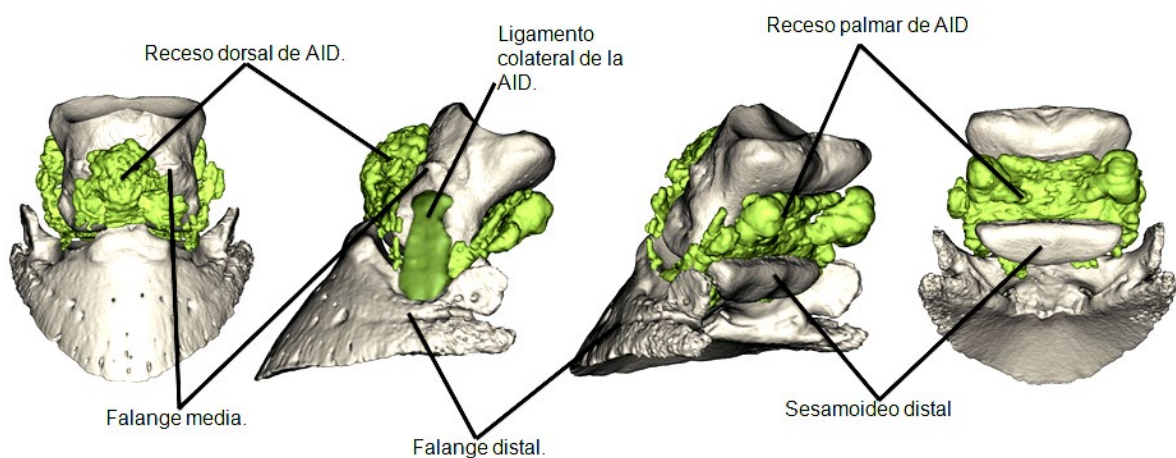


Figura 14. Modelos computarizados de la cápsula articular de la articulación interfalángica distal, se puede apreciar las vistas: dorsal, lateral, oblicua y palmar, en orden de aparición de izquierda a derecha (Modificado de Pollit, 2016).

3.4 Ligamentos

Ligamentos colaterales

Estos son bandas cortas y fuertes que están insertadas proximalmente en las depresiones de la falange media que se encuentran en su porción distal. Se

ensanchan hacia su porción distal y se insertan en las depresiones que están a ambos lados del proceso extensor y en los extremos dorsales de los cartílagos ungulares (Fig. 15) (Sisson y Grossman, 2005).

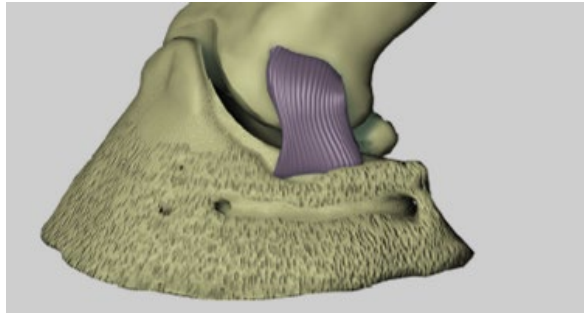


Figura 15. Ligamento colateral de la articulación interfalángica distal (Modificado de Belknap y *et al*, 2017).

Ligamentos sesamoideos colaterales

Son bandas elásticas fuertes que forman un aparato suspensor para el sesamoideo distal. Están insertados proximalmente en las depresiones de cada lado de la falange proximal, son confundidos con los ligamentos colaterales de la cuartilla. Se dirigen oblicua, distal y palmarmente y terminan en el borde proximal del sesamoideo distal, pero envían sus ramas a la superficie axial de cada cartílago ungular (Sisson y Grossman, 2005; *König y Liebich*, 2011).

Ligamento impar del sesamoideo distal

Refuerza distalmente a la cápsula, es una capa fuerte de fibras que se extienden desde el borde distal del sesamoideo distal a la superficie flexora de la falange distal (Sisson y Grossman, 2005; *König y Liebich*, 2011).

3.5 Tendones

Tendón extensor digital común

El tendón extensor digital común es el músculo extensor más largo de la extremidad torácica, se origina sagitalmente al músculo extensor radial del carpo y su inserción tendinosa es en el proceso extensor de la falange distal y en los extremos proximales de la falange media y proximal. Este tendón es un extensor de todas las articulaciones del dígito del caballo, incluido el menudillo (Frandsen y *et al*, 2009).

Tendón flexor digital profundo

Este es el tendón más cercano a los huesos metacarpianos, se origina en el húmero, el radio y la ulna. Y se extiende a través del canal carpiano, corre a lo largo del aspecto palmar del metacarpo para insertarse en la superficie solar de la falange distal (fosa semilunar). Este es el único tendón encargado de la flexión de la AID (Fig. 16) (Frandsen y *et al*, 2009).

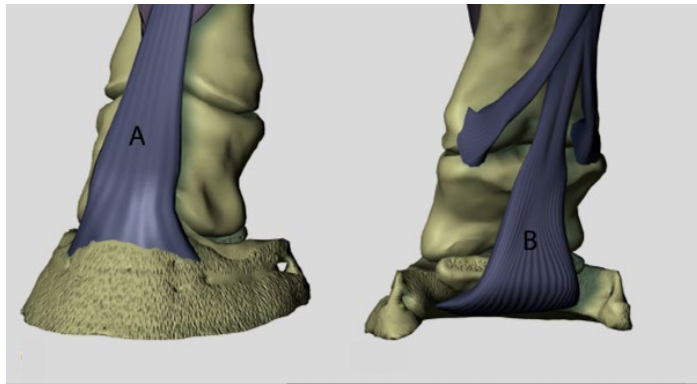


Figura 16. Tendones alojados en el casco: A) Tendón extensor digital común y B) Tendón flexor digital profundo (Modificado de Belknap y *et al*, 2017).

3.6 Bursa del sesamoideo distal

Esta bursa se encuentra entre el TFDP y el sesamoideo distal, en general las bursas contienen suficiente líquido sinovial para reducir la fricción entre las estructuras adyacentes. La inflamación de la misma, comúnmente es asociada con un aumento del volumen y recibe el nombre de bursitis (Frandsen y *et al*, 2009).

Esta tiene una extensión proximal y distal ya que se adapta a la forma del receso palmar de la AID y al ligamento sesamoideo colateral. El borde distal irregular se ajusta a la posición de los haces colágeno del ligamento impar, que se inserta en la falange distal, proximal al TFDP (Fig. 17) (Pollit, 2016).

3.7 Irrigación

El papel principal del sistema vascular del casco es nutrir al aparato suspensor de la falange distal, no es sorprendente encontrar capilares en cada milímetro cuadrado de la epidermis laminar, ya que es un ungulado y tiene una única

falange distal unida al casco. Los capilares laminares están ubicados solo en las láminas secundarias y están ausentes en las primarias y la dermis sublaminar (Pollit, 2016).

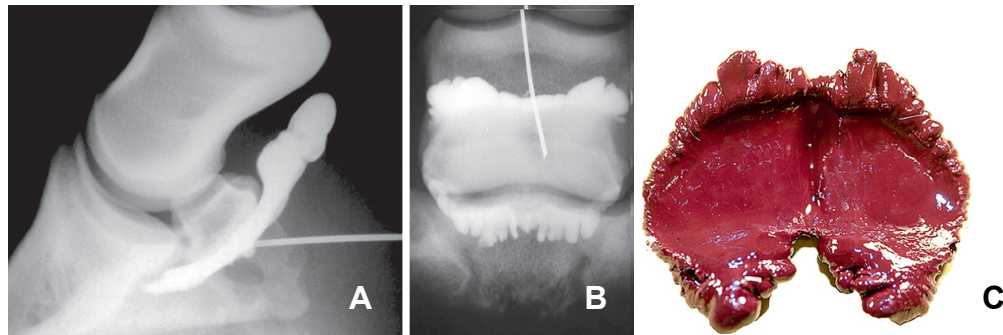


Figura 17. Imágenes radiográficas A) Lateromedial y B) Dorsoproximal-palmarodistal oblicua del casco, en las que se puede observar la inyección de medio de contraste radiopaco en la bursa del sesamoideo distal y C) Modelo acrílico de la misma bursa (Modificado de Pollit, 2016).

Las arterias y venas sirven para llevar sangre hacia y desde el lecho capilar, pero son los capilares los que entregan los nutrientes. En el lado aferente arterial de la circulación, los capilares fluyen con plasma rico en nutrientes y glóbulos rojos cargados de oxígeno; la glucosa es el nutriente que más requieren las láminas epidérmicas de casco, sin ella la interfase laminar se desintegra (Pollit, 2016).

El casco normalmente consume glucosa y produce lactato, el casco tiene un consumo de glucosa (15%) superior al de la cabeza del caballo (8%), este no almacena glucógeno, el consumo de glucosa refleja glucólisis y oxidación, altas concentraciones de lactato indican que la mayor parte de la glucosa se metaboliza anaeróbicamente a lactato. Las células epidérmicas laminares no requieren de la insulina para transportar la glucosa, tienen una molécula transportadora de glucosa llamada GLUT-1 (Pollit, 2016).

Una vez que la red capilar ha entregado la carga de energía útil, la sangre sale a través de las venas de las láminas dérmicas primarias, estas la llevan a las grandes venas del plexo sublaminar y drenan hacia las venas aún más grandes del plexo coronario (Pollit, 2016).

Sin la presencia de músculo contráctil en el casco, la compresión de las venas, para regresar la sangre al corazón se logra mediante la carga y descarga cíclica en los tejidos blandos, especialmente de los cartílagos ungulares masajeados

entre el hueso, el casco y la piel. Esto es una desventaja para el flujo arterial, por esto en puntos específicos del árbol arterial están incorporadas estructuras que funcionan como válvulas, para evitar el flujo retrógrado y asegurar el suministro de sangre arterial al casco en todo momento (Pollit, 2016).

El casco depende de una única arteria para el suministro de sangre, esta es la arteria digital media o común, el compromiso de esta puede provocar complicaciones isquémicas graves. Pero el árbol arterial tiene arreglos anatómicos que aseguran que la sangre pueda llegar a estructuras claves desde más de una dirección. Las ramas mediales rodean al tejido que irrigan y se unen a la rama lateral de la misma arteria, por lo tanto, si un trauma limita el flujo sanguíneo de un lado, la arteria circunfleja puede restaurar el flujo del otro lado. Las cinco arterias circunflejas principales son: falange proximal, falange media, coronal, arco terminal y marginal. Las arterias de las extremidades distales son muy flexibles y tienen paredes musculares gruesas innervadas para controlar el tono de las mismas, dilatación y constricción cuando sea necesario (Pollit, 201).

Las venas que corren junto a las arterias tienen paredes delgadas, están ligeramente innervadas y cuentan con válvulas para evitar el flujo retrógrado y garantizar el retorno venoso eficiente, sin embargo, las venas que están dentro del casco no tienen dichas válvulas y se anastomosan en todas direcciones (Pollit, 2016).

3.7.1 Arterias

El arco terminal de las arterias digitales lateral y medial sale del canal solar de la falange distal, se encuentra dentro de la falange distal para ser protegido de algún trauma, de 9-10 ramas del arco terminal salen a la corteza parietal por los canales vasculares. Cuatro a cinco de estas salen a través del foramen dorsal ubicado en la base del proceso extensor, para irrigar a las láminas proximales y las papilas del casco coronario proximal. Las 5 o 6 restantes salen a la corteza parietal cerca del margen distal de la falange, para suministrar a las láminas distales y las papilas terminales; también se anastomosan para formar a la arteria circunfleja marginal.

Ramas de la arteria circunfleja marginal se dirigen hacia la superficie solar para irrigar a la epidermis solar (Pollit, 2016).

Las arterias parietales se ramifican y arborizan en vasos pequeños que cruzan la dermis sublamina y se ramifican en arteriolas que irrigan la interfase laminar, pasan a través de las láminas epidérmicas primarias, de estas surgen capilares que llegan a las células basales epidérmicas laminares. La circulación se completa con la fusión de estos capilares con vénulas, en las laminillas primarias se anastomosan con grandes venas que drenan al gran plexo venoso (Pollit, 2016).

Por lo tanto, los capilares laminares, suministran la energía para mantener al aparato suspensor de la falange distal y nutren las áreas encargadas de la proliferación del casco. Al nivel del menudillo la arteria media y lateral, y las arterias metacarpianas lateral y medial se anastomosan para formar el arco arterial palmar distal. De esta arteria surgen las arterias digitales palmares y continúan hasta el casco, donde entran al canal solar de la falange distal y se anastomosan para formar el arco terminal de la circulación arterial (Pollit, 2016).

Las arterias digitales se ramifican en niveles desde el menudillo, para suministrar sangre a los tendones, ligamentos y estructuras tegumentarias de la región de la cuartilla y el casco. A continuación, serán mencionadas sus principales ramas:

- 1- Las ramas dorsal y palmar de la falange proximal, que forman una arteria circunfleja bifurcada que rodea toda la región proximal de la cuartilla.
- 2- Las ramas dorsal y palmar de la falange media, que forman una arteria circunfleja encargada de irrigar a la región distal de la cuartilla. La rama dorsal se bifurca para formar la arteria circunfleja proximal que llega hasta la porción profunda del tendón extensor digital común, y la arteria circunfleja coronal distal a su porción superficial.

Las ramas palmares se dirigen hacia la profundidad se anastomosan profundas a los tendones flexores y dan lugar a una serie de vasos axiales que ascienden hacia el borde dorsoproximal de falange media inmediatamente distal al *scutum* medio. La anastomosis palmar profunda a los tendones flexores, forma la arteria

navicular proximal (contenida dentro del tejido conectivo del ligamento “T”), que sostiene la circulación arterial hasta el aspecto proximal del hueso.

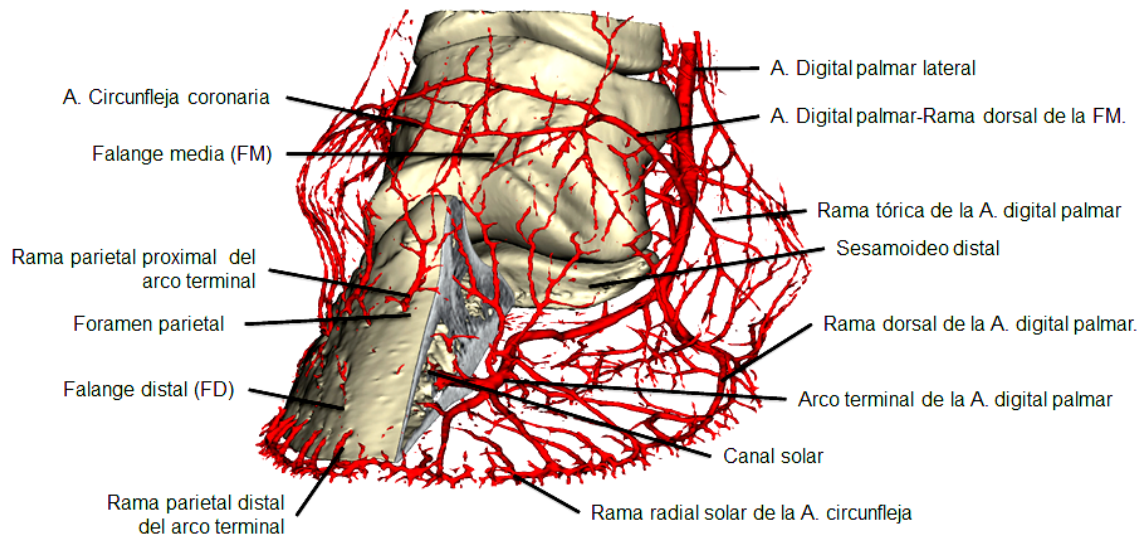


Figura 18. Modelo computarizado de la irrigación arterial del casco (Modificado de Pollit, 2016).

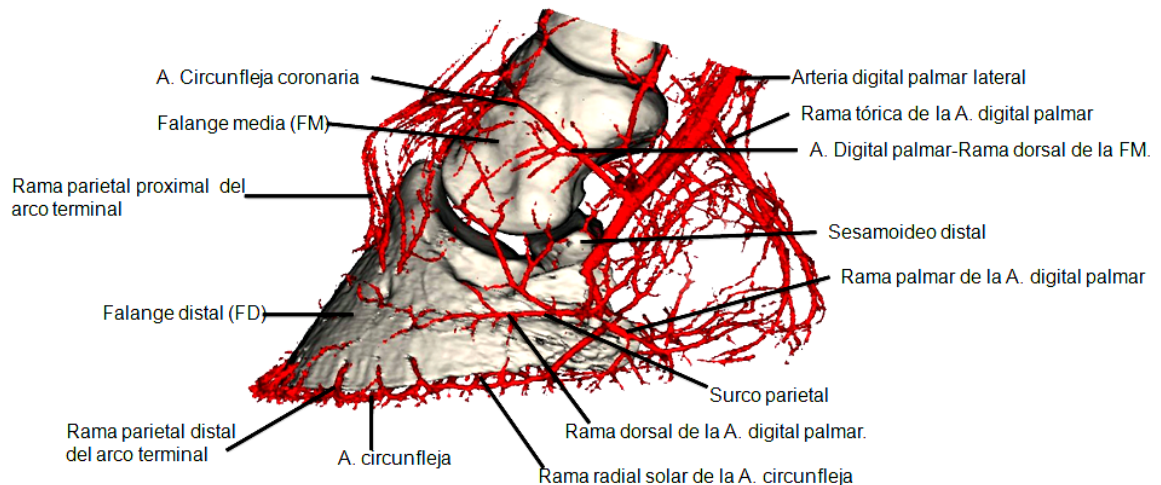


Figura 19. Modelo computarizado de la ubicación de las arterias que nutren al casco y sus estructuras internas, vista lateral (Modificado de Pollit, 2016).

Una serie de vasos axiales surgen de la arteria navicular proximal, pasando sobre la cara dorsal del ligamento colateral del sesamoideo distal; una segunda serie surge de la arteria navicular proximal para formar una circulación arterial distinta hacia el tendón flexor digital profundo en su región que pasa sobre la superficie flexora del sesamoideo distal (Pollit, 2016).

Tres ramas adicionales surgen antes de que las arterias digital palmares entren al canal solar de la falange distal. Inmediatamente distal de las ramas circunflejas de la falange media, surge la rama tórica, que se encarga de irrigar la porción palmar del casco, incluidas las barras y la ranilla. La rama tórica a su vez se divide en una rama axial y otra abaxial a ambos lados del casco con las ramas axiales de la circulación medial y lateral se anastomosan para formar la arteria cuneal de la ranilla. Las ramas abaxiales se subdividen aún más para proporcionar una circulación extensa al talón y las barras. Además, una rama une a la arteria tórica con la circunfleja coronal. De esa forma hay un suministro arterial continuo a ambos lados del casco desde la banda coronaria hasta la suela (Fig. 18 y 19) (Pollit, 2016).

3.7.2 Venas

Los vasos venosos del casco funcionan como un sistema portal que sirve para recoger y llevar a la circulación central la sangre que contiene subproductos de la actividad metabólica y que carece de gases, glucosa y otros nutrientes/minerales. Se considera que las venas que se encuentran dentro del casco se pueden dividir en dos: las que devuelven la sangre de las estructuras más internas (falange distal, sesamoideo distal y sus ligamentos y tendones asociados) y las que devuelven la sangre de las estructuras dérmicas superficiales (Pollit, 2016).

Pero esto no es del todo cierto, ya que el retorno de las estructuras superficiales y las profundas no son independientes, los vasos sanguíneos están interconectados. Un complejo conjunto de vénulas conduce directamente las redes capilares contenidas dentro de los componentes dérmicos del casco (coriones), a sus respectivos plexos venosos. Estos plexos venosos están conformados por venas sin valvas, el laminar y el solar adquieren un patrón reticular característico (Pollit, 2016).

Los plexos laminar y solar se unen distalmente para formar la vena marginal circunfleja, esta vena circunferencial se dirige desde el aspecto palmar del margen parietal distal, hasta el plexo venoso de los cartílagos ungulares. También el plexo venoso de la ranilla y la porción interna del plexo solar se alimentan de la vena

cuneal periférica, que continua con la vena circunfleja marginal. De este modo se forma una sola vena marginal que continua alrededor de todo el margen solar del casco (Pollit, 2016).

El plexo sublaminar en su tercio distal es una única capa reticular, sobre todo el aspecto parietal de la falange distal. En sus dos tercios proximales, están presentes dos capas reticulares distintas, una superficial y una profunda, estas se unen con el plexo venoso coronario. La unión del plexo sublaminar con el plexo coronario, forman la llamada cascada que se hace evidente en un venografía (Pollit, 2016).

El retorno venoso de la falange distal, parece seguir dos rutas diferentes. La primera, la superficie parietal de la falange distal esta perforada externamente por microforaminas a través de las cuales emergen vénulas para unirse con el plexo sublaminar. Además, el canal solar contiene dos o más venas anastomosadas, que forman los arcos terminales de la vena digital palmar. Numerosos vasos venosos comitantes también se extienden a lo largo de la superficie parietal distal y proximal rodeando a sus contrapartes arteriales. Las venas, que están estrechamente relacionadas con las arterias devuelven la sangre venosa al corazón con ayuda de las pulsaciones de dichas arterias. Al emerger del canal solar, las venas digitales siguen la vía anatómica de sus contrapartes arteriales, pero de forma inversa (Pollit, 2016).

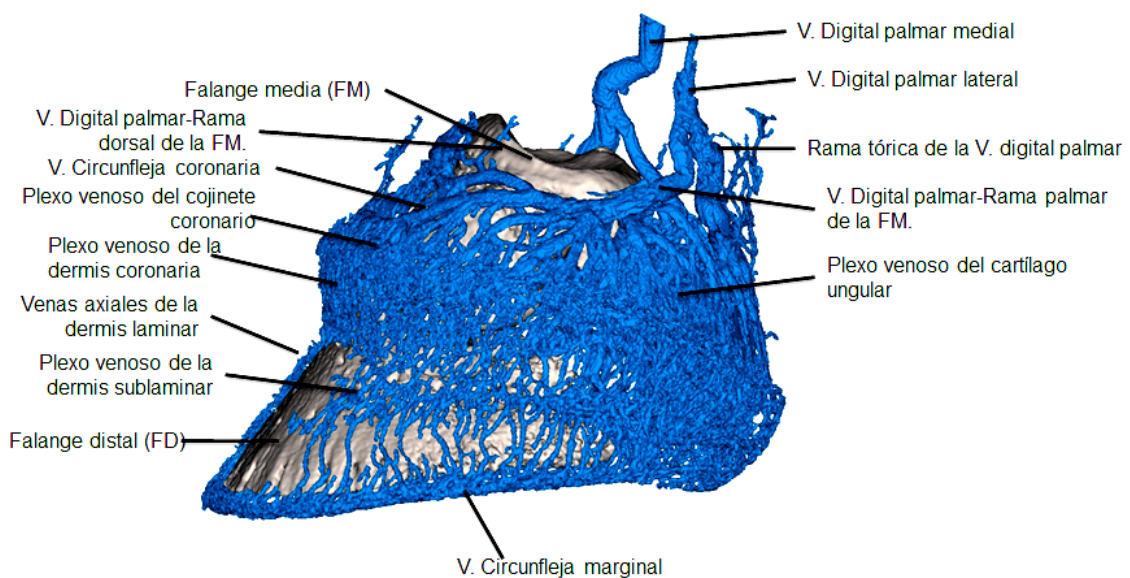


Figura 20. Modelo computarizado de las venas encargadas de recoger la sangre del casco y sus estructuras internas (Modificado de Pollit, 2016).

Los plexos venosos profundos y superficiales de los cartílagos ungulares, se une con las venas digitales palmares y posteriormente con la rama tórica, que surge de la convergencia venosa desde la región bulbar. A diferencia de su contraparte arterial, las venas tóricas se interconectan en la porción proximal del casco, formando así un drenaje venoso circunferencial completo. Por la ausencia de musculatura dentro el casco, como se mencionó anteriormente, el retorno venoso depende únicamente de las fuerzas mecánicas asociadas con la carga cíclica de peso. Para asegurar el retorno unidireccional, el sistema venoso cuenta con válvulas semilunares extracapsulares, estas válvulas se encuentran en la porción palmar del casco asegurando el flujo proximal a medida que el casco carga peso y previenen el flujo retrógrado causado por la gravedad (Fig. 20) (Pollit, 2016).

3.8Inervación

Los nervios digitales palmares inervan la mayor parte del casco, pero su dorso es inervado por la rama dorsal, que surge al nivel del menudillo. En aproximadamente un tercio de los caballos, se presenta una rama intermedia. Estas ramas dan inervación sensorial y vasomotora a la parte dorsal del menudillo, la porción dorsal de las articulaciones interfalángicas, la porción dorsal de los cartílagos ungulares, el corion coronario y las partes dorsales del corion laminar y solar (Fig. 21) (Baxter, 2020; Belknap y et al, 2017).

El nervio digital desciende paralelo a la arteria digital e inervan: cápsula articular de la AID, piel, ligamentos sesamoideos distales, hueso navicular y sus ligamentos, bursa del navicular, la porción palmar de la AID, parte del corion laminar, corion solar, la ranilla y cojinete palmar (Baxter, 2020).

Una rama terminal de cada nervio digital palmar y una pequeña arteria descienden a la membrana sinovial de la AID, para entrar a la falange distal. Se ha reportado que en algunos cascos una rama terminal del nervio metacarpiano palmar medial desciende a la banda coronaria. Otra variante ocasional, es que una rama del nervio medial palmar, al nivel del metacarpo distal se dirige hacia el cojinete palmar/plantar. También una rama variante puede surgir del nervio palmar lateral

en la parte proximal del metacarpo, cruza el menudillo y se extiende hasta la banda coronaria (Baxter, 2020).

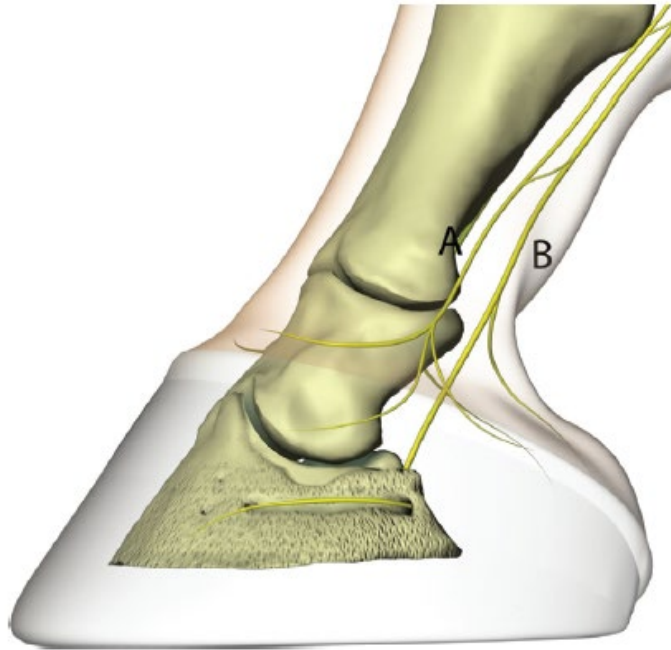


Figura 21. Nervios del casco: A) Rama dorsal del nervio digital palmar/plantar y B) Nervio digital palmar/plantar (Tomado de Belknap y et al, 2017)

4. Metodología diagnóstica enfocada a casco

El examen clínico de esta región se realiza inspeccionando de forma sistemática, todas las estructuras que lo conforman; esto le brindará al clínico información sobre la salud general del casco, las tensiones a las que se encuentra sometido y como se ha adaptado a ellas, ya que es una estructura dinámica que crece y adapta su forma de acuerdo a las fuerzas que recibe (Turner, 2003).

La evaluación del casco es fundamental en el examen del aparato locomotor, ya que esta región es el origen principal de claudicaciones en el caballo (Turner, 2003). A continuación, serán descritos todos los puntos que se consideran fundamentales en la inspección:

4.1 Identificación y Reseña

La identificación y reseña, sirven para recopilar datos del propietario y del caballo, que pueden servir para el diagnóstico, algunas razas o funciones zootécnicas están relacionadas con patologías específicas. A continuación, serán enlistados los datos que se consideran de interés:

- ✓ Datos del propietario:
 - Nombre
 - Dirección.
 - Teléfono.
- ✓ Datos del equino
 - Nombre del equino.
 - Función zootécnica.
 - Raza.
 - Edad.
 - Sexo.
 - Señas particulares.
 - Observaciones.

(Baxter, 2020; Ysusi, 2012).

4.2 Anamnesis

Durante la anamnesis se deben formular preguntas, para obtener una historia clínica completa de cada caballo, se registra la intensidad y duración de la claudicación, que actividad realizaba antes de que iniciara el problema y si recibió algún tratamiento antes de ser examinado. A continuación, serán mencionadas las preguntas que se consideran importantes para tener una historia clínica completa:

1. ¿Qué actividad zootécnica desempeña el caballo? ¿Se lastimó realizando esta actividad?
2. ¿Cuánto tiempo lleva la claudicación? ¿Crónico o agudo?
3. ¿Se ha mantenido en reposo desde el inicio de la claudicación?
4. ¿La claudicación ha disminuido, se ha mantenido o ha incrementado en intensidad desde su inicio?
5. ¿Se observó la causa de la claudicación?
6. ¿El área afectada tiene un aumento de temperatura palpable?
7. ¿Cuándo se visualiza más claramente la claudicación?
8. ¿Se le dio un tratamiento previo? ¿Ha observado mejora con el tratamiento?
9. ¿Cuándo fue recortado y herrado por última vez?
10. ¿Qué anomalías notan el propietario y el entrenador?

(Baxter, 2020; Ysusi, 2012).

4.3 Inspección y palpación del casco en apoyo

La inspección se inicia con el caballo a distancia, parado sobre una superficie plana, se observa: la conformación del casco, los aplomos, la forma en la que el ejemplar apoya el casco, la simetría con respecto a los demás miembros y si apunta con alguno. Se visualiza el miembro desde 3 puntos: dorsal, lateral y palmar/plantar. Desde dorsal se puede apreciar la alineación del casco con respecto a la caña y si hay alguna desviación angular, desde que articulación se origina (Baxter, 2020; Turner, 2003).

El caballo apoya sus miembros torácicos de forma uniforme, mientras que en los miembros pélvicos cambia constantemente el peso de extremidad. Cuando ambos

miembros torácicos presentan dolor, cambian el peso de miembro constantemente o desplaza ambos hacia craneal, cuando uno de los miembros pélvicos está lesionado, se rehúsa apoyar su peso sobre el miembro lesionado (Baxter, 2020).

También se inspecciona desde cerca el casco, haciendo una observación detallada. El examinador visualiza las siguientes características: alguna asimetría con el miembro contralateral, el tamaño, el eje podofalángico, la desviación de los cascos (izquierdo o estevado), la integridad de la muralla (la presencia de grietas o cuartos, protuberancias, anillos; etc.), desbalances del casco, la integridad de los talones (contracción o lesiones), la integridad de la suela si hay un aumento de volumen en la corona y/o la cuartilla (Baxter, 2020; Turner, 2003; Ross y Dyson, 2011).



Figura 22. Presencia de anillos en la muralla del casco (Modificado de Stewart, 2013).

La asimetría en el tamaño del casco, puede tener un origen congénito, traumático o por la falta de carga de peso que conduce a su contracción; generalmente el casco más pequeño, es el miembro que claudica. La forma normal del casco en los miembros torácicos es redondeada, mientras que la de los miembros pélvicos es triangular. La presencia de anillos en la muralla del casco, puede ser unilateral o bilateral y no siempre se asocia con una claudicación (Fig. 22) (Baxter, 2020; Turner, 2003).

El balance se califica observando el largo de la pinza y la altura mediolateral de los talones, la integridad de la cápsula del casco, el herraje que ocupa, la

conformación de la banda coronaria (debe ser paralela al suelo) (Fig. 23) y el eje podofalángico (Ross y Dyson, 2011).



Figura 23. Desbalance mediolateral, que se puede apreciar ya que la corona no es paralela a la superficie de apoyo del casco (suelo) (Modificado de Stewart, 2013).

El eje podofalángico es paralelo a la muralla, debe ser una línea recta hasta la cuartilla. El ángulo de la muralla desde la pinza oscila entre 48 y 55 grados y puede tener una diferencia de 5 grados con el ángulo de los talones. La rotura de este eje siempre genera más estrés sobre los tejidos; cuando un caballo esta largo de pinzas y con los talones bajos, es denominado con el eje podofalángico roto hacia palmar/plantar, si tiene el casco recto, se les llama topino y tienen el eje roto hacia dorsal (Fig. 24 y 25) (Ross y Dyson, 2011; Turner, 2003).

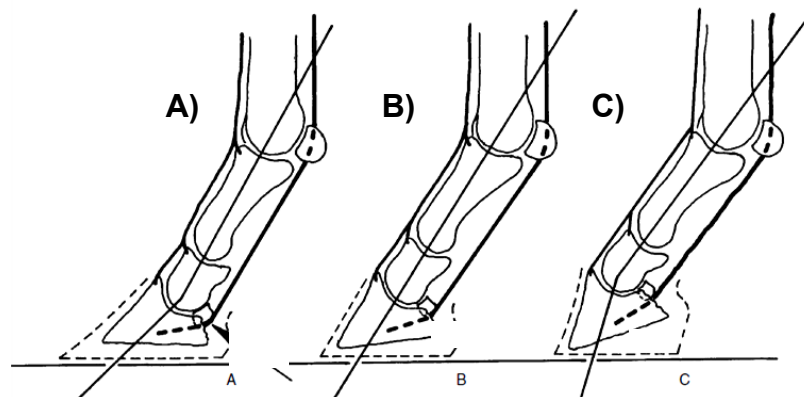


Figura 24. A) Eje podofalángico roto hacia palmar, contribuye a estrés y daño en la zona navicular (flecha); B) Eje podofalángico normal; B) Eje podofalángico roto hacia dorsal (Tomado de Baxter, 2020).

La pared del casco debe ser revisada en busca de cuartos o grietas, que puedan llegar a las láminas sensibles, desgaste desigual de la herradura y resequedad. La concavidad en el aspecto dorsal de la muralla, está relacionada con la rotación de la falange distal (laminitis, pinzas largas-talones bajos y contracción del tendón flexor digital profundo (TFDP) (Fig. 26) (Baxter, 2020).



Figura 25. A) Casco topino; B) Casco largo de pinza y bajo de talones (Modificado de Baxter, 2020).



Figura 26. Concavidad de la muralla del casco, compatible con laminitis (Modificado de Baxter, 2020).

La palpación se inicia en la cuartilla, se evalúa si hay aumento de volumen o de temperatura, se palpan las estructuras óseas y los tendones flexores, y se busca si hay presencia de cicatrices que puedan ser resultado de una neurectomía. Posteriormente se debe checar el pulso digital, puede haber un aumento de intensidad, sugerente de un proceso inflamatorio (Fig. 27) (Turner, 2003).

La banda coronaria debe igualmente ser palpada en busca de aumento de temperatura, aumento de volumen o dolor a la presión profunda en el área. La efusión articular de la articulación interfalángica distal (AID), comúnmente es

palpable únicamente en el aspecto dorsal y proximal de la banda coronaria. Palpando con las dos manos se puede identificar si el aumento de volumen es efusión (se desplaza) o es firme; el aumento de volumen firme es doloroso normalmente y puede estar relacionada con exostosis anillada baja (Baxter, 2020; Ross y Dyson, 2011, Turner, 2003).



Figura. 27. Palpación del pulso digital (Modificado Ross y Dyson, 2011).

Los cartílagos colaterales, sus bordes proximal y palmar son fácilmente palpables, se juzga su flexibilidad, deben comprimirse fácilmente hacia axial; su flexibilidad está asociada con la del casco en general. Los caballos con fractura de la base de estos, muestran dolor en los talones y su mineralización a menudo está relacionada con un desbalance mediolateral; también se palpan los ligamentos colaterales (Ross y Dyson, 2011; Turner, 2003).

Los talones son inspeccionados en busca de grietas; la contracción de los talones, puede ser causada por la disminución de carga de peso y generalmente es secundaria a una claudicación. Esto se aprecia mejor si el examinador se coloca de pie o en cuclillas cerca del flanco, mirando ambos bulbos, la asimetría está relacionada con mayor frecuencia a malos recortes y/o herrajes (Baxter, 2020; Turner, 2003). Posteriormente la inspección se hará con el miembro en elevación.

Inspección y palpación del casco elevado

Si el caballo levanta el pie al contacto, se debe comparar la reacción en el miembro contralateral, para descartar que se trate de un signo de dolor. La suela,

la ranilla y la muralla del casco deben estar limpias y se deben desbridar los pedazos sueltos, retirar la herradura solo está indicado cuando la causa de claudicación es un absceso subsolar (Ross y Dyson, 2011; Turner, 2003; Costa y Paradis, 2018). Una vez limpio el casco, se analizan las estructuras una por una (Fig. 28):

1. La **suela** del casco es ligeramente cóncava, algunos caballos tienen la suela plana (palmitiesos) y son propensos a sufrir contusiones en el casco, es común la formación de hematomas subsolares (Baxter, 2020). También se buscan lesiones como fisuras, perforaciones, coloración desigual y la evaluación de su grosor con las pinzas para casco (Turner, 2003).
2. La **ranilla** se evalúa en tamaño, forma y consistencia (flexible y resistente), si está unida a el tejido córneo y que porción de esta recibe el peso, sus 2 tercios palmares deben estar casi a la misma altura que la superficie del casco que está en contacto con el suelo; no debe estar retraída, ni debe ser convexa (Turner, 2003).
3. Las **barras** deben de ser examinadas en busca de grietas, para esto la zona debe ser ligeramente blanqueada (raspado ligero con cuchilla para casco).
4. La **línea blanca** también se visualiza mejor con un ligero raspado con la cuchilla, esta debe ser más delgada en la pinza y se va haciendo ancha hacia los talones, solo se podrá evaluar en caballos sin herradura; su ensanchamiento puede ser sugerente de la separación de las laminas (Turner, 2003).
5. Los **bulbos de los talones** son comparados entre sí, para determinar su simetría y son contraídos verticalmente para evaluar su flexibilidad, también se buscan lesiones en el área, aumento de volumen o temperatura, la integridad de la corona y la profundidad del surco de la ranilla (debe ser poco profunda) (Turner, 2003).

Se sujeta el casco desde la caña y se deja caer al suelo, para evaluar su caída natural, como apoya el casco y el balance del mismo. El balance mediolateral, se evalúa mientras el caballo esta en apoyo y posteriormente con el miembro

levantado, con la suela perpendicular al suelo, el examinador lo observa desde el aspecto palmar (Turner, 2003).

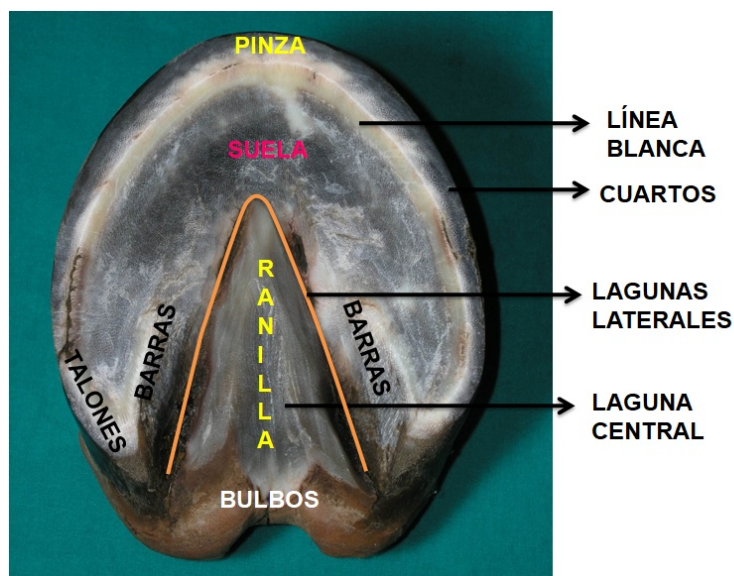


Figura 28. Partes del casco (Modificado de Wilhite, 2013).

Se utilizan pinzas para casco, para realizar la palpación indirecta (profunda) de la ranilla, la suela y la muralla del casco; estas ayudan al examinador a encontrar puntos en donde el caballo siente dolor, los caballos sanos deberían ser capaces de resistir la presión ejercida por las pinzas sin mostrar incomodidad. Es importante que el examinador cheque continuamente, que no está ejerciendo presión sobre la corona, para evitar un falso positivo (Baxter, 2020; Ross y Dyson, 2011 Turner, 2003; Davidson; 2018; Costa y Paradis, 2018).

El orden para hacer esta palpación indirecta no es realmente importante, lo importante es que se haga de forma sistemática y que sea completo. Una forma de realizarlo es comenzar por los talones medial o lateral de la suela y continuar haciendo presión en intervalos de 2-3cm, hasta checar toda la suela, se debe ejercer presión a la altura de cada clavo (Fig. 29A) (Baxter, 2020; Turner, 2003).

Después para la ranilla, se aplica presión desde la laguna lateral a la muralla medial y de la laguna medial a la muralla lateral. Posteriormente a la pared del casco desde los talones, diagonalmente desde el talón medial al lado dorsolateral

de la muralla y del talón lateral al lado dorsomedial; por último, a ambos talones (Fig. 29B y 29C) (Baxter, 2020; Ross y Dyson, 2011; Turner, 2003).

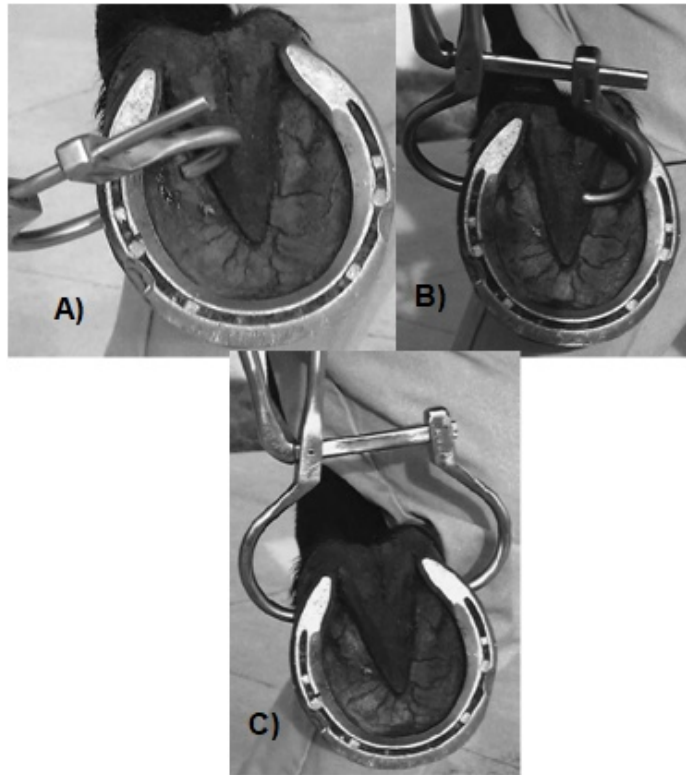


Figura 29. A) Pinzas para casco aplicando presión entre la suela y la muralla, desde la pinza hasta los talones del casco; B) Presión desde la laguna lateral de la ranilla, hacia la pared lateral del casco, C) Presión en los talones (Modificado de Ross y Dyson, 2011).

A la respuesta positiva, el caballo intentará retirar el miembro a causa del dolor, es importante repetir la presión en diferentes intensidades y hacerlo en el miembro sano, para estar seguros de que es una respuesta dolorosa. La respuesta depende del grosor de la suela y de la gravedad de la lesión; en potros y ponis la respuesta puede ser falsa positiva por lo delgado de la suela, mientras en caballos de razas pesadas podemos obtener falsos negativos por el grosor de la misma (Baxter, 2020; Ross y Dyson, 2011).

En general, la sensibilidad difusa es sugerente de una fractura sagital de la falange distal, hematomas extensos en la suela y laminitis; mientras la sensibilidad focal está relacionada con hematomas subsolares locales, heridas punzantes,

clavos arrimados, clavos halladizos y abscesos subsolares. La sensibilidad en el tercio medio de la ranilla, está relacionada con dolor en el hueso navicular (Baxter, 2020).



Figura 30. Posición apropiada para la palpación indirecta del miembro torácico. Esquematización de la aplicación de presión en 8 puntos: 1) Talón lateral, 2) Cuarto lateral, 3) Pinza del casco, 4) Cuarto medial, 5) Talón medial, 6) Laguna lateral 7) Laguna medial, 8) A través de los talones (Modificado de Costa y Paradis, 2018).

La pinza también es utilizada para percusionar la muralla dorsal, un sonido hueco puede estar asociado a la separación de las laminas del casco y la respuesta dolorosa, puede relacionarse con laminitis o alguna patología asociada a la muralla (Baxter, 2020; Ross y Dyson, 2011; Turner, 2003).

Observar el desgaste de la herradura es de suma importancia, ya que refleja como el caballo se ha estado moviendo durante las últimas semanas, el clínico debe de observar el punto de ruptura del paso y si hay más desgaste en alguna de las barras de la herradura. También se debe de evaluar si el tamaño de la herradura es adecuado para el tamaño del casco, una herradura demasiado pequeña o que está cerca de la ranilla, puede predisponer a una claudicación. Cuando no tienen herradura se debe checar si la suela tiene un desgaste plano, esto nos indicará la forma en la que apoya el caballo y si esta superficie de apoyo es perpendicular a las estructuras proximales que conforman al miembro; estos dos factores son esenciales para determinar el balance (Ross y Dyson, 2011; Davidson; 2018).

4.4 Inspección en dinámica

Después de la inspección en estática, se observa al caballo en movimiento, se debe poner atención a la forma en la que aterriza el casco en el suelo; si aterriza plano, con el talón, con la pinza o con alguno de los cuartos. Se evalúa independiente al resto del eje del miembro, la dirección que toma el casco de forma independiente desde la rotura del paso en línea recta; esto es evaluado al paso desde ambos lados (Turner, 2003; Davidson; 2018).

Se repite al trote en línea recta la misma observación, los círculos suelen exacerbar las claudicaciones originadas en el casco, más si el miembro afectado se encuentra al interior del círculo. Se deben realizar cuatro pruebas: la prueba de flexión, las dos pruebas de cuña y la palpación con pinzas (Turner, 2003).

La prueba de flexión del miembro distal del caballo consiste en colocar una mano sobre el casco del caballo, y forzar al menudillo y a las articulaciones interfalángicas en una flexión firme por 60 segundos; si hay incremento de la claudicación después de esta flexión la prueba se considera positiva, sin embargo no es específica, porque no existe una forma de flexionar únicamente a AID, la flexión individual de las articulaciones interfalángicas es imposible y también será positiva si los tejidos blandos periarticulares se encuentran lesionados. Para intentar aislar únicamente las articulaciones interfalángicas, se coloca una mano manteniendo la extensión del menudillo y con la otra mano se flexiona el extremo distal (Fig. 31) (Ross y Dyson, 2011; Turner, 2003; Davidson; 2018; Baxter, 2020; Costa y Paradis, 2018).

La prueba de cuña navicular se realiza colocando un bloque por debajo de los dos tercios distales de la ranilla y se levanta el miembro contralateral para obligar al caballo a apoyar su peso en dicho miembro, por 30-60 segundos, posteriormente el caballo es trotado. Aunque se creía que esta prueba era específica para navicular, hoy en día se sabe que es positiva al dolor palmar en general (Turner, 2003; Baxter, 2020).



Figura 31. A) Posición para flexionar todo el extremo distal del miembro, incluido el menudillo; B) Posición para flexionar las articulaciones interfalángicas, sin la flexión del menudillo (Tomado de Baxter, 2020).

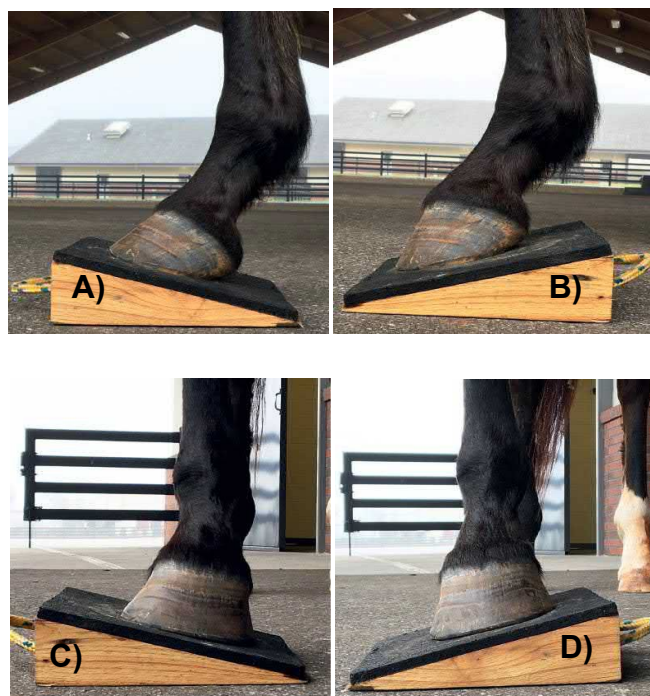


Figura 32. Bloque de cuña de madera con antiderrapante, utilizado para la manipulación de la porción distal del miembro durante el examen de claudicación, el casco es colocado en 4 diferentes orientaciones en la cuña: A) Cuña de la pinza del casco, B) Cuña del talón, C) Cuña medial y D) Cuña lateral (Tomado de Baxter, 2020).

Alternativamente se emplea la prueba de la cuña en extensión, consiste en colocar un bloque elevando la pinza del casco, con el miembro contralateral levantado por 30-60 segundos. Ambas tienen el objetivo de causar estrés en el TFDP y el hueso navicular, en busca de exacerbar la claudicación. También se puede causar estrés

medial o lateral con una cuña, para manipular los tejidos blandos de la zona (Fig. 32) (Turner, 2003; Baxter, 2020).

4.5 Analgesia diagnóstica

La analgesia diagnóstica es usada para identificar el sitio donde se origina el dolor causante de una claudicación, puede ser perineural o intrasínovial y debe realizarse de forma sistemática de distal a proximal. También es útil para elegir la herramienta imagenológica apropiada para el diagnóstico definitivo, realizar procedimientos quirúrgicos y el manejo de dolor en algunos casos (Baxter, 2020; Moyer y *et al*, 2007).

La anestesia perineural se realiza una vez que se ha identificado el miembro afectado, para así poder determinar la región donde se origina el dolor o poder confirmar que este proviene de una región específica. En general son considerados positivos a un bloqueo, cuando el dolor que causaba la claudicación desaparece o disminuye y con él la claudicación misma (Fig. 33) (Baxter, 2020; Moyer y *et al*, 2007).

La analgesia intrasínovial es utilizada cuando se cree que el problema proviene de una teca; no se realiza la analgesia perineural, ya que de lo contrario se deberá esperar de 3 a 4 horas para que se pierda su efecto y la infiltración sea diagnóstica. Es más específica, se considera que el problema se encuentra dentro del compartimento sinovial si se observa una mejora significativa. Sin embargo, la difusión es posible, entre menos volumen sea utilizado la prueba aumenta su especificidad (Baxter, 2020; Moyer y *et al*, 2007).

Anestésicos empleados

1. **Lidocaína (2%)**→ Su duración total es de 60-120 minutos, pero únicamente dura 15 minutos su efecto máximo.
2. **Mepivacaína (2%)**→ Es la más empleada por ser menos irritante, más duradera y más segura; su duración con el efecto máximo es de 15-30 minutos y su duración total es de 2 horas.

3. **Bupivacaína**→es una buena opción si se busca mayor duración del efecto, este dura 4-6 horas, el tiempo en el que hace efecto es de 15-30 minutos.

(Baxter, 2020; Ysusi, 2012).

Preparación de la zona

Para los bloqueos perineurales está recomendado limpiar la zona con una gasa o un algodón empapados en alcohol, sin embargo, existen algunos bloqueos adyacentes a tecas que si no se hacen de forma apropiada se corre el riesgo de ingresar con la aguja en la cavidad sinovial o la solución inyectada puede difundirse. En el caso de los bloqueos cercanos a estructuras sinoviales, se recomienda un lavado de por lo menos 5 minutos con un antiséptico y alcohol (Baxter, 2020; Moyer y *et al*, 2007).

La preparación en los bloqueos intrasinoviales es crucial, ya que ayudará a prevenir un proceso séptico secundario a la infiltración, rasurar el área hará gran diferencia para hacer un procedimiento más aséptico, en comparación con el lavado exhaustivo con iodopovidona por 5 minutos y alcohol con el miembro del caballo limpio, si el pelaje está muy sucio es mejor rasurar un cuadrado de 1-2cm para la punción (Baxter, 2020; Moyer y *et al*, 2007).

Se recomienda el uso de guantes, para mantener el material y el área de punción lo más estériles posible, la punción debe ser rápida y precisa. Una vez dentro del compartimiento sinovial, se podrá observar drenaje de líquido sinovial en la cubeta de la aguja, se deja escurrir hasta que esté en goteo lento. Posteriormente se mantiene la aguja en el sitio de punción, se conecta la jeringa y se pasa el anestésico tan rápido como sea posible. Se puede inyectar un poco de solución estéril, para verificar que la aguja está posicionada correctamente, si es así no habrá resistencia en el émbolo (Baxter, 2020; Moyer y *et al*, 2007).

Analgesia perineural

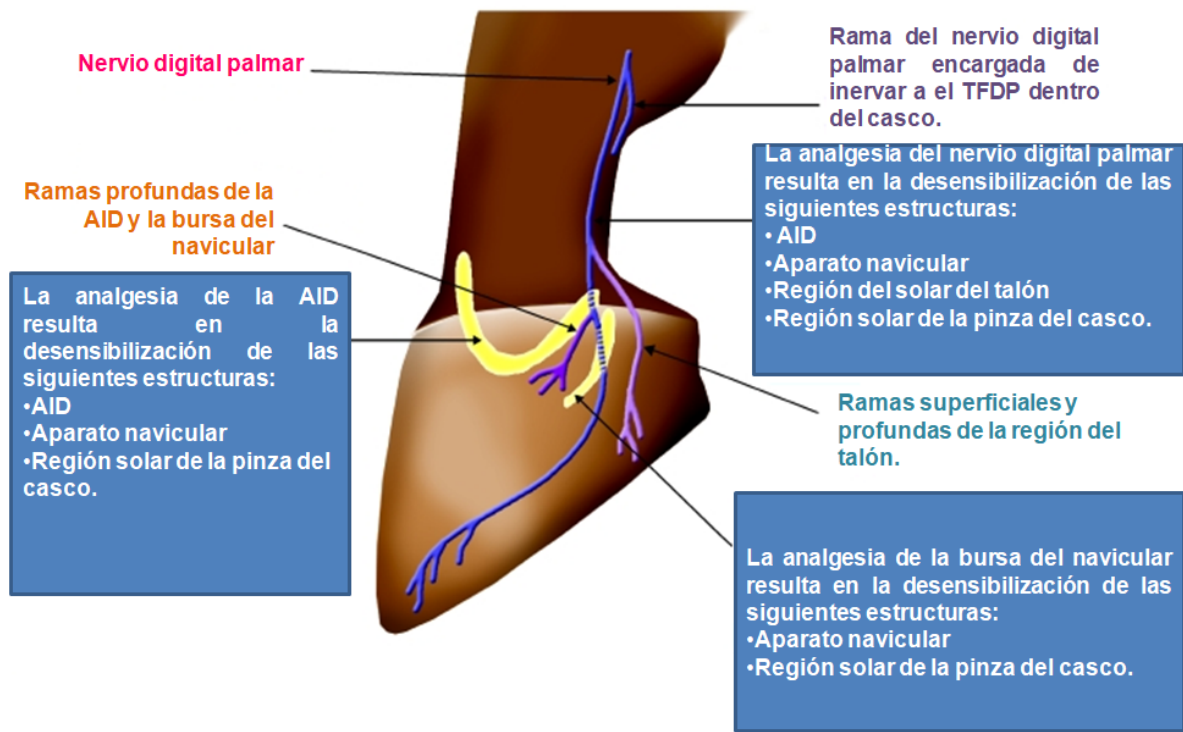


Figura 33. Esquematización de la analgesia del casco (Modificado de Trotter y *et al*, 2019).

Bloqueo digital palmar

Este se realiza administrando el anestésico encima del paquete neurovascular, los nervios digitales, se encuentran palmares a sus respectivas venas y arterias, a lo largo del borde dorsal del tendón flexor digital superficial (TFDS) y el tendón flexor digital profundo (TFDP), 1cm por arriba del cartílago ungular (Fig. 34) (Baxter, 2020; Moyer y *et al*, 2007; Costa y Paradis, 2018).

Este se realiza con el miembro levantado y el examinador puede colocarlo entre sus piernas para tener las manos libres o sostener con una mano el miembro y con la otra infiltrar; es indiferente, depende de la comodidad del clínico (Baxter, 2020).

Se debe realizar lo más distal posible o en el borde proximal de los cartílagos ungulares, en esta zona es fácilmente palpable el paquete neurovascular, si se realiza de 2-3cm proximal a dicho borde, es posible que también se desensibilice

la articulación interfalángica proximal (Baxter, 2020; Moyer y *et al*, 2007; Trotter y *et al*, 2019; Schumacher, 2007; Schumacher y *et al*, 2013).

Se utiliza una aguja calibre 25Gx1.5cm, se inserta subcutánea en dirección proximodistal y se inyecta de 1.0 a 1.5ml del anestésico perineural: en caso de que se sienta presión al empujar el émbolo de la jeringa, la aguja debe redirigirse. Se inyecta un poco del anestésico a medida que se retira la aguja, abarcando varios planos del tejido perineural. Cada nervio se infiltra individualmente (Baxter, 2020; Moyer y *et al*, 2007; Costa y Paradis, 2018; Trotter y *et al*, 2019; Schumacher, 2007; Schumacher y *et al*, 2013).

La pérdida de la sensibilidad dentro de 10-15 minutos en la banda coronaria, en los talones y los bulbos, es un indicativo de que el bloqueo se realizó con éxito; también se puede hacer la palpación indirecta, para verificar que el dolor previamente identificado con las pinzas ha desaparecido (Baxter, 2020; Moyer y *et al*, 2007; Schumacher y *et al*, 2013).

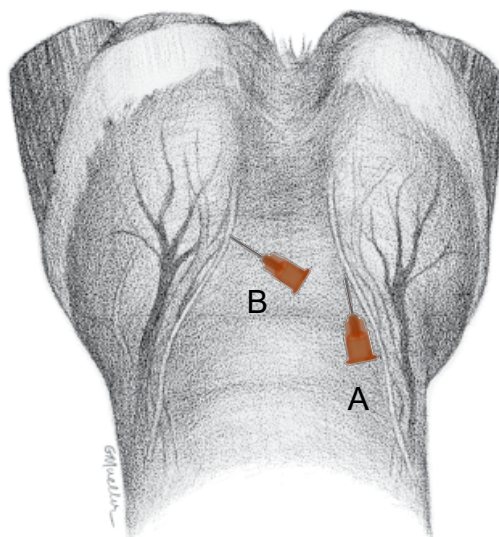


Figura 34. Sitios de inyección para el bloqueo digital palmar. En (A) la aguja entra paralela al nervio, mientras en (B) se inserta fuera de la línea media en el tejido subcutáneo (Modificado de Baxter, 2020).

La analgesia con este bloqueo biaxial incluye las siguientes estructuras: toda la suela, el aparato navicular, los tejidos blandos de talón, la AID, la porción distal del TFDP y algunos de los ligamentos sesamoideos distales; también la AIP como se

mencionó anteriormente (Baxter, 2020; Moyer y *et al*, 2007; Trotter y *et al*, 2019). Antes se creía que este bloqueo únicamente desensibilizaba el área de los talones del casco o el aspecto palmar/plantar, se ha observado que los caballos con osteoartritis de la AID no son positivos a este bloqueo cuando existe erosión del hueso subcondral, ya que este es innervado por ramas nerviosas que entran por el foramen nutricio del hueso (Schumacher y *et al*, 2003; Trotter y *et al*, 2019; Schumacher y *et al*, 2013). También se puede realizar un bloqueo uniaxial, para identificar algunas patologías, como la fractura de uno de los procesos palmares (Schumacher y *et al*, 2012).

Bloqueo en anillo

Este bloqueo se realiza justo por encima del borde proximal de los cartílagos ungulares, en el mismo sitio que el bloqueo digital palmar. Se utiliza una aguja de 20-22G y se inyecta de 3-4ml de anestésico subcutáneo medial y lateralmente. Este se puede realizar con el miembro levantado, pero es más fácil realizarlo con el miembro en apoyo (Fig. 35) (Baxter, 2020; Moyer y *et al*, 2007; Schumacher, 2007).

La aguja entra dorsalmente paralela a la superficie de apoyo del casco, hasta aproximadamente el nivel de los ligamentos colaterales. Esto hará que sean anestesiadas las ramas dorsales del nervio digital, y que se desensibilicen todas las estructuras distales al sitio de infiltración, sin embargo, raramente tendrá una respuesta diferente al bloqueo digital palmar, ya que las ramas dorsales del nervio digital participan poco en la innervación del casco. La pérdida de sensibilidad de la piel a nivel del aspecto dorsal de la corona, los talones y los bulbos del casco, es indicativa de un bloqueo exitoso (Baxter, 2020; Moyer y *et al*, 2007; Trotter y *et al*, 2019; Schumacher, 2007; Schumacher y *et al*, 2013).

Bloqueo en la basilar

Esta es una alternativa al bloqueo en anillo, se realiza de forma similar al digital palmar (DP), pero a la altura de la base de los sesamoideos proximales. Los

nervios digitales son palpados y se depositan de 1.5 a 2ml del anestésico de elección, con una aguja de 25Gx1.5cm (Fig. 35) (Baxter, 2020).

Se desensibiliza el nervio DP y sus ramas dorsales, y con estas los tejidos blandos palmares/plantares de la cuartilla, la AIP y todas las estructuras del casco; es poco probable que desensibilice al menudillo. Se recomienda que sea evaluado dentro de los primeros 10 minutos (Baxter, 2020; Schumacher y *et al*, 2013).

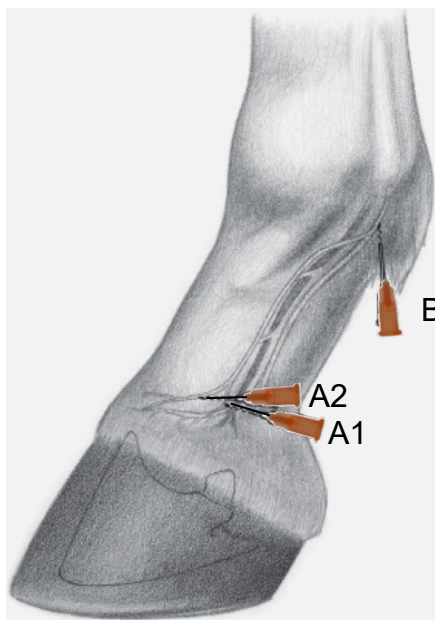


Figura 35. Sitios de inyección para el bloqueo en anillo de la cuartilla (A1 y A2) y sitio para el bloqueo del nervio digital palmar en la base de los sesamoideos (B) (Modificado de Baxter, 2020).

Bloqueo abaxial

El paquete neurovascular es fácil de palpar a lo largo de la superficie abaxial de los sesamoideos proximales, también se desensibilizan sus ramas dorsales (nervio sesamoideo abaxial). Con el miembro elevado, sosteniéndolo del menudillo con la palma de la mano, se aísla el nervio DP, alejando la arteria y la vena con el pulgar o el índice; también se puede realizar con el miembro en apoyo (Baxter, 2020; Moyer y *et al*, 2007; Costa y Paradis, 2018; Schumacher, 2007).

Se utiliza una aguja de 25Gx1.5cm y se infiltra de 1.5-2ml del anestésico perineural, es mejor utilizar poco volumen y realizarlo lo más distal posible dentro de la zona, para evitar que se desensibilice la articulación del menudillo. Este desensibiliza el casco, la falange media, la AIP, el aspecto distopalmar de la falange proximal, las porciones distales de los tendones flexores, los ligamentos sesamoideos distales y el ligamento anular digital. Para determinar el éxito del bloqueo se checa la sensibilidad de la banda coronaria y del aspecto palmar del casco, aun habrá sensibilidad en el aspecto dorsal de las falanges, pero esto no indica que no estén anestesiadas las estructuras más profundas. La respuesta se espera entre los primeros 15-30 minutos (Baxter, 2020; Moyer y *et al*, 2007; Costa y Paradis, 2018; Schumacher, 2007).

Analgesia intrasínovial

Articulación interfalángica distal

Existen distintos abordajes para infiltrar esta articulación; 3 dorsales (perpendicular, paralelo y dorsolateral) y uno lateral. Se realizan con el caballo en apoyo y se recomienda un volumen de entre 4-6ml, si se administra una cantidad mayor también serán desensibilizados los talones, esta articulación en algunos potros, puede comunicarse con la vaina del TFDP. A continuación, serán descritos los abordajes (Baxter, 2020; Moyer y *et al*, 2007).

- **Dorsolateral**→ El sitio de punción es un centímetro por encima de la banda coronaria y 2-3cm lateral a la línea media del casco, para entrar en el borde del proceso extensor. Se usa una aguja de calibre 20Gx3.8cm, se inserta de forma vertical en dirección distal a 45 grados aproximadamente. Algunos prefieren entrar en la línea media, por encima del proceso extensor, justo en la banda coronaria, 8-12mm por encima del borde del casco (Fig. 36) (Baxter, 2020; Schumacher, 2007).
- **Perpendicular dorsal**→ La aguja se dirige perpendicular a la superficie de apoyo del casco, a aproximadamente 1-0.5cm de la banda coronaria, a 2 cm de la línea imaginaria que divide en dos a la falange distal, la

profundidad depende del tamaño del casco pero es usada una aguja de calibre 20Gx3.8cm. Se realiza con el miembro en apoyo (Fig. 37) (Baxter, 2020, Moyer y *et al*, 2007).

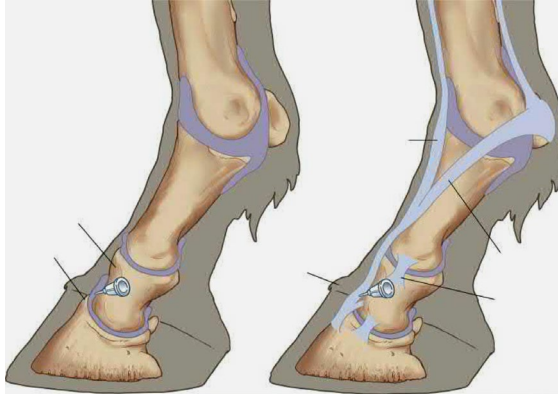


Figura 36. Sitio de inyección para el abordaje dorsolateral de la AID, este se encuentra 1cm por arriba de la banda coronaria, fuera de la línea media y la aguja entra en un ángulo de 45 grados (Modificado de Baxter, 2020).

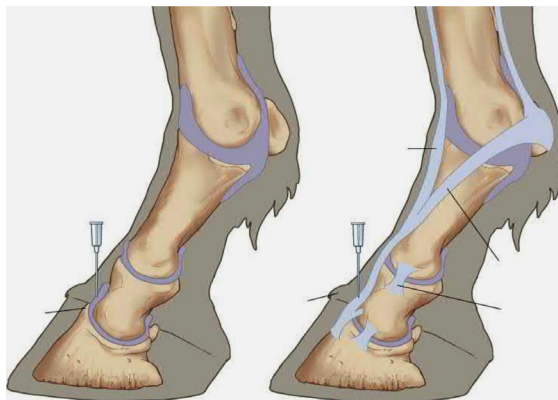


Figura 37. Sitio de inyección para el abordaje perpendicular dorsal de la AID (Modificado de Baxter, 2020).

- **Paralelo dorsal**→ La aguja se dirige paralela al suelo o ligeramente inclinada hacia el piso, a una profundidad de 12-15mm. Generalmente es el abordaje más fácil, se realiza con el casco en apoyo (Fig. 38) (Baxter, 2020, Moyer y *et al*, 2007).
- **Lateral**→ El sitio de punción está limitado por una concavidad que forma el cartílago ungular, a lo largo de su borde proximal, aproximadamente a la mitad del cartílago, entre su borde dorsal y palmar/plantar. Se utiliza una aguja de 20-22Gx2.5cm, entra en una angulación de 45 grados hacia la

superficie de apoyo medial, este se considera menos específico que el abordaje dorsolateral. Se puede realizar con el miembro apoyado o levantado; es importante realizarla en el sitio adecuado, ya que si se realiza más palmar/plantar o a mayor profundidad se puede ingresar a la bursa del navicular o a la vaina digital (Fig. 39) (Baxter, 2020, Moyer y *et al*, 2007; Schumacher, 2007).

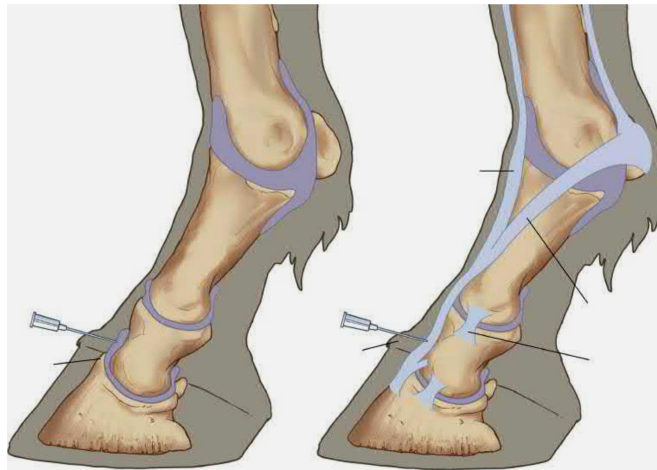


Figura 38. Sitio de inyección en el abordaje paralelo dorsal de la AID. La aguja se inserta justo encima de la banda coronaria (Modificado de Baxter, 2020).

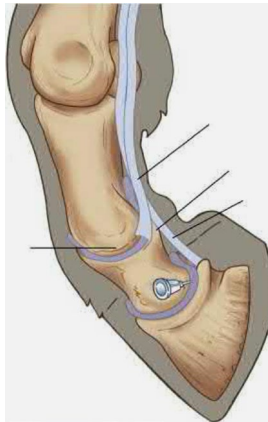


Figura 39. Abordaje lateral de la AID, esta técnica se puede realizar con el miembro en apoyo o ligeramente flexionado (Modificado de Baxter, 2020).

Se ha documentado que la analgesia de la AID, no es selectiva y también causará la analgesia del aparato podotroclear, hueso navicular y la bursa del navicular. Además, puede causar analgesia parcial y a menudo completa del casco, la suela y los talones, por esto es importante usar el menor volumen posible (6-5ml) y la

respuesta se debe esperar dentro de los primeros 10 minutos. Sin embargo, la respuesta negativa no puede descartar que el origen del dolor provenga del aparato podotroclear o de las estructuras que lo rodean (Baxter, 2020; Schumacher y *et al*, 2012; Schumacher, 2007).

Bursa del navicular

El abordaje tradicional para acceder a la bursa del navicular es a través de los bulbos del casco, justo por encima de la banda coronaria, se utiliza una aguja espinal de calibre 18-20Gx8.9cm, se puede usar analgesia perineural o analgesia en el sitio de punción para desensibilizar la piel (Baxter, 2020; Moyer y *et al*, 2007; Dabareiner y *et al*, 2001; Schumacher, 2007; Schumacher y *et al*, 2013).

La aguja se introduce en un plano sagital (a 10 grados con respecto al piso), hacia un punto imaginario que se encuentra a un centímetro de la banda coronaria, a medio camino entre su límite dorsal y el palmar, se introduce hasta chocar con el hueso navicular. El volumen indicado es de 2-4ml, y se puede disminuir la resistencia al inyectar flexionando el miembro distal; algunos médicos prefieren colocar el casco en un bloque de madera especial que destrabe el talón para realizar este bloqueo (Baxter, 2020; Moyer y *et al*, 2007; Costa y Paradis, 2018; Dabareiner y *et al*, 2001; Schumacher, 2007; Schumacher y *et al*, 2013).

El volumen de anestésico es muy importante, se ha comprobado que la administración de máximo 3.5 ml aumenta la especificidad para bloquear la bursa, ya que un volumen mayor puede hacer que también se desensibilice la AID, porque ambas estructuras se encuentran inervadas por las ramas profundas de los nervios digital palmares y puede existir difusión entre estas tecas; el caballo debe de ser evaluado dentro de los primeros 10 minutos, para asegurar que la desaparición de la cojera corresponde al área navicular (Schumacher y *et al*, 2003; Schumacher, 2007).

Se recomienda el monitoreo con radiografía o fluoroscopia, para asegurarse que la aguja se encuentra dentro de la bursa del navicular, porque es fácil ingresar en la AID, si se inserta más hacia proximal. También se puede agregar un medio de

contraste a la solución a inyectar, para posteriormente verificar radiográficamente que se realizó una punción exitosa. La desventaja de esta técnica es que la aguja debe de pasar a través del TFDP para acceder a la bursa y es difícil de realizar con el caballo de pie (Baxter, 2020; Moyer y *et al*, 2007; Dabareiner y *et al*, 2001; Schumacher, 2007; Schumacher y *et al*, 2013).

Normalmente se obtienen 3 ml de líquido sinovial en esta bursa, sin embargo, se ha observado que cuando hay presencia de adherencias con el TFDP o hay alguna patología que afecta a la superficie flexora del sesamoideo distal, la cantidad de líquido disminuye (Dabareiner y *et al*, 2001).

También se puede realizar con ultrasonido como guía, el transductor es colocado en la ranilla en orientación sagital. Se debe retirar el tejido duro, se humedece la ranilla por 30- 120 minutos para hidratarla y se utiliza un transductor lineal de 7.4 MHz. La aguja está colocada correctamente cuando está en contacto con la superficie flexora del hueso navicular (Fig. 40) (Schumacher y *et al*, 2013).

Otra opción es abordar la bursa desde medial o lateral, para no atravesar el TFDP, existen dos técnicas, una técnica se realiza con el caballo de pie usando como guía radiografías y la otra con ultrasonido como guía, con el casco colocado en un bloque para navicular (Baxter, 2020).

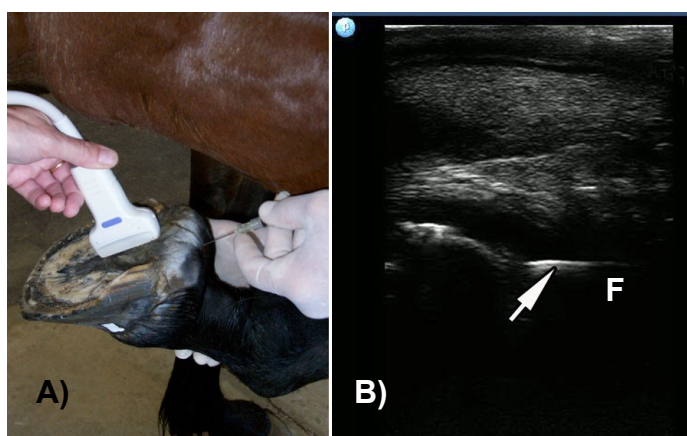


Figura 40. A) Comprobación de la ubicación de la aguja espinal mediante ecografía con un transductor lineal de 7.5 MHz en orientación sagital sobre la ranilla, B) La flecha señala el contacto de aguja con la superficie flexora (F) del hueso navicular (Modificado de Schumacher y *et al*, 2013).

La entrada de la aguja es a lo largo del margen proximal y dorsoproximal del cartílago ungular, se utiliza una aguja de 18-20Gx8.9cm, que entra en una inclinación de 45 grados aproximadamente. La aguja se dirige por debajo del TFDP y la vaina digital, para ingresar en la bursa del navicular. La ventaja de estas dos técnicas es que no se atraviesa el TFDP, la desventaja es que se puede ingresar en la vaina digital por error o en la AID, es difícil encontrar la angulación correcta (Fig. 41) (Baxter, 2020).

La respuesta positiva a este bloqueo puede indicar que la lesión se encuentra en la bursa misma, en el hueso navicular y/o en sus ligamentos de soporte, la suela, el casco o en la porción distal del TFDP. No ocurre la difusión del anestésico a la AID, como ocurre cuando esta es infiltrada, por lo tanto la correcta analgesia de la bursa del navicular, no produce la analgesia de la AID, se debe descartar un problema en dicha articulación si la claudicación desaparece dentro de los primeros 10 minutos (Baxter, 2020; Schumacher y *et al*, 2012; Schumacher y *et al*, 2013). Esto puede ser de gran ayuda, ya que la analgesia positiva de la AID, con analgesia negativa de la bursa del navicular indica que el origen del problema se encuentra en la AID, si el dolor solar producido por la palpación indirecta con pinzas para casco es eliminado (Fig. 42) (Schumacher y *et al*, 2012; Schumacher, 2007; Schumacher y *et al*, 2013).

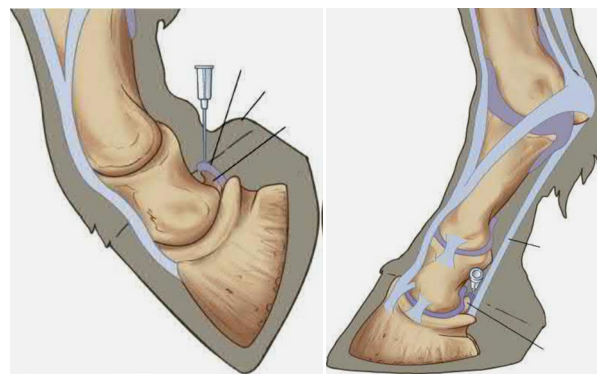


Figura 41. A) Vista lateral del miembro, que muestra la ubicación aproximada de la aguja espinal para ingresar a la bursa del navicular, utilizado el abordaje palmar entrando entre los bulbos del casco con la extremidad ligeramente flexionada. B) Abordaje lateral de la bursa del navicular que evitar atravesar el TFDP, la aguja espinal se inserta por arriba de cartílago ungular en un ángulo de aproximadamente 45 grados (Modificado de Baxter, 2020).

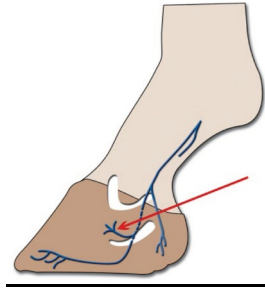


Figura 42. Diagrama que explica porque posiblemente no existe difusión de la bursa de navicular a la AID, se cree que es porque el sitio donde existe contacto directo de la cápsula articular y los nervios digitales palmares se encuentra proximal al origen de las ramas profundas que inervan a la articulación y a dicha bursa, mientras el sitio de contacto de la bursa del navicular con los nervios digitales se encuentra distal a estas ramas (Schumacher y *et al*, 2012).

5. Imagenología

5.1 Radiología

5.1.1 Radiología de casco

La radiología del casco es uno de los métodos más empleados para el diagnóstico de claudicaciones en caballos, incluso es utilizada para hacer un balance correcto del casco y una buena elección de herraje, para la prevención de claudicaciones. Es importante resaltar que esta técnica no reemplaza al examen físico, ni la evaluación de la claudicación, ni la analgesia perineural diagnóstica, antes de realizar un examen radiográfico se debe tener la sospecha de una posible patología en el área, es decir tener una idea de que se espera encontrar en las radiografías (Eggleston, 2009).

El examen radiográfico del casco incluye las tomas lateromedial y dorsopalmar de rutina, las tomas oblicuas son consideradas necesarias cuando se localizó una lesión o si tras el examen físico se sospecha de una patología que se pueda observar mejor en alguna de estas (Morgan y *et al*, 1991).

Antes de tomar las radiografías se debe preparar el casco: quitar la herradura, limpiar el casco de cualquier suciedad y desbridar los pedazos sueltos de la ranilla y de los talones que pueden ser visualizados como artefactos (Butler, 2017; Morgan y *et al*, 1991).

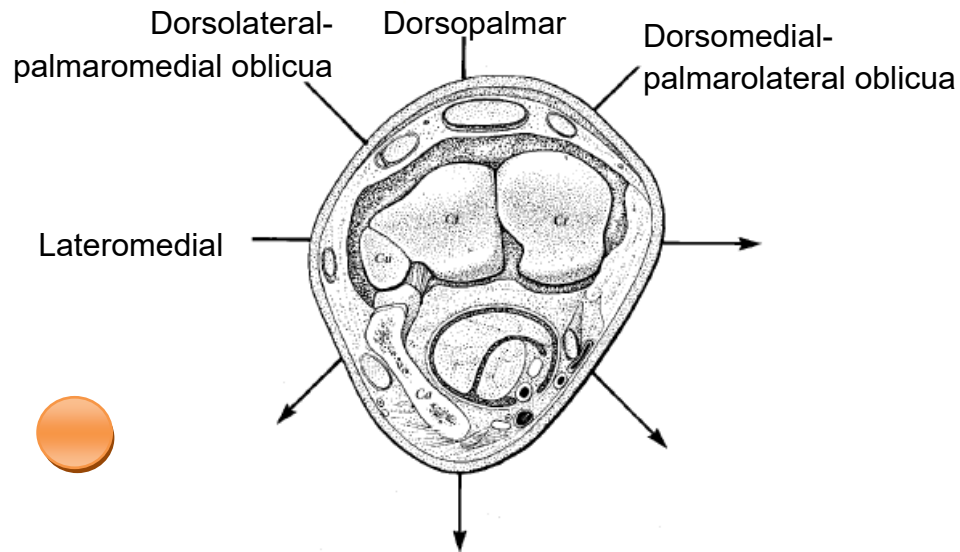


Figura 43. Diagrama de proyecciones radiográficas del miembro (Modificado de Baxter, 2020).

La mayoría de las radiografías de la falange distal no requieren que el casco sea empacado, aunque siempre será de ayuda para eliminar las sombras producidas por el aire y evitar la confusión en algunos casos, especialmente si una fractura se encuentra dentro de los diagnósticos diferenciales (Butler, 2017; Morgan y *et al*, 1991).

Se debe empacar de forma uniforme, ya que en bajas exposiciones requeridas para observar el borde solar de la falange distal, puede observarse desigual; el empaquetado suelto puede enmascarar o imitar la presencia de una fractura y el empaquetado excesivo puede crear artefactos radiopacos, estos artefactos son mucho más evidentes en la radiología digital (Fig. 44) (Butler, 2017).

Otro artefacto que se puede encontrar es la presencia de áreas radiolúcidas confusas superpuestas en el tejido óseo, causadas por el curetaje en busca de un absceso subsolar previamente a la toma radiográfica (Butler, 2017).

Las proyecciones lateromediales y dorsopalmares/plantares pueden obtenerse con ayuda de una rejilla, aunque esto no es considerado esencial, las demás tomas se obtienen mejor sin esta y no se recomienda su uso en la radiología

digital, ya que puede crear líneas de moiré en la imagen, por lo cual en general su uso no es recomendado para la evaluación de la falange distal. (Butler, 2017).



Figura 44. Empacado correcto de la ranilla y las lagunas laterales con PlayDoh®, para evitar artefactos (Modificado de Eggleston, 2009)

Las tomas mediolaterales obtendrán la misma imagen que una toma lateromedial y pueden ser utilizadas si se prefiere o si es necesario; al igual que en miembros pélvicos puede ser más fácil la obtención de una toma plantarodorsal en lugar de una dorsoplantar (Butler, 2017).

Es importante recordar colocar una marca, para identificar en donde se encuentra la lesión, como en todas las radiografías la marca es colocada lateral (Morgan y *et al*, 1991).

La falange distal se desarrolla a partir de un único centro de osificación, que está presente al nacer, continúa ampliando y modelando la falange hasta al menos los 18 meses de edad. Los procesos palmares no son evidentes al nacimiento, se osifican gradualmente durante los primeros 12 meses de vida, pero pueden obtener su longitud final hasta los 18 meses (Butler, 2017).

Lateromedial

Para la toma lateromedial debe utilizarse un bloque con la altura suficiente para que la superficie solar del casco quede nivelada con el centro del haz de rayos x. Esto también permite que el chasis se coloque por debajo de la superficie solar del casco, de modo que sea incluida en la imagen obtenida (Butler, 2017).

De forma ideal ambos cascos deben de estar colocados sobre un bloque, para que el caballo soporte su peso de forma uniforme sobre el miembro que será radiografiado. El chasis puede ser colocado sobre el piso o sobre otro bloque, para minimizar el riesgo de desenfoque por movimiento (Butler, 2017; Eggleston, 2009).

El haz de rayos x debe de entrar horizontal y centrado en la falange distal, alineado paralelamente con una línea dibujada hacia los bulbos de los talones del casco (Fig. 45) (Butler, 2017; Eggleston, 2009).

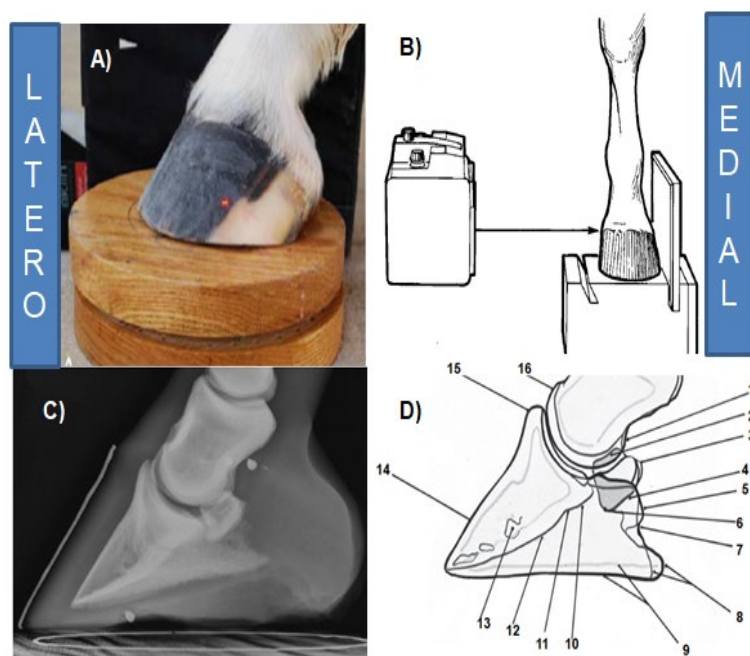


Figura 45. A) Posición y entrada del haz de rayos X; B) Diagrama para la obtención de una toma lateromedial; C) Toma radiográfica lateromedial; D) Diagrama de la toma radiográfica lateromedial: **1-** Superposición de los cóndilos medial y lateral, sobre el aspecto distopalmar de la misma, **2-** Superficie articular del hueso navicular, **3-** Borde proximal del hueso navicular, **4-** Superficie flexora del hueso navicular, **5-** Superposición de los procesos palmares, **6-** Borde distal del hueso navicular, **7-** Incisura de los procesos palmares, **8-** Superposición de la porción distal de los procesos palmares, **9-** Bordes solares medial y lateral de la falange distal, **10-** Superficie flexora de la falange distal, **11-** Línea semilunar sobre la superficie solar de la falange, **12-** Línea radiopaca producida por la corteza cóncava de la superficie solar, **13-** Canal solar, **14-** Superficie parietal de la falange distal, **15-** Proceso extensor de la falange distal, **16-** Extensión dorsal de la superficie articular de la falange media, esta ligera proyección no debe confundirse con un osteofito (Modificado de Baxter, 2020; Eggleston, 2009).

El caballo debe de estar parado en una superficie homogénea para que pueda ser evaluado el eje podofalángico, ya que si el caballo soporta el peso sobre una superficie no nivelada, se verá alterado dicho eje (Butler, 2017). Se coloca un objeto metálico sobre el aspecto dorsal de la muralla del casco, para poder evaluar la relación paralela normal entre la muralla del casco y la superficie parietal de la falange distal (Morgan y *et al*, 1991; Eggleston, 2009).

Si se desea obtener una imagen que permita evaluar también la cuartilla, el haz de rayos x deberá centrarse en el hueso navicular, será centrado un centímetro por debajo de la banda coronaria y a la mitad del aspecto dorsal y palmar/plantar del casco (Butler, 2017).

La obtención de una toma lateromedial perfecta, no será posible en ocasiones, ya que esta toma depende mucho de la conformación de cada caballo; esta puede ser difícil de obtener en caballos con una distorsión marcada del casco, caballos izquierdos, desequilibrio mediolateral del casco; etc. (Butler, 2017; Morgan y *et al*, 1991).

Características:

- La superficie parietal de la falange distal es lisa y opaca, el hueso compacto dorsal puede tener un espesor variable, puede ser ligeramente convexo del margen solar a la base del proceso extensor, especialmente en los miembros pélvicos y debe encontrarse con el margen solar en un ángulo agudo.
- En caballos con una creña grande se puede observar una línea radiolúcida doble por la unión de los márgenes.
- Existen variaciones en la forma del proceso extensor, pero generalmente son simétricos bilateralmente.
- La superficie solar debe de ser lisa y se dice que es normal cuando forma un ángulo de 3 a 10 grados con respecto a la suela del casco, esta angulación cambia entre razas, los Pura sangre inglés suelen tener un ángulo más pequeño, en comparación con los Warmblood.

- El canal solar se observa entre la superficie solar y la articulación interfalángica distal (AID), se puede ver un grado variable de densidad dependiendo de la exposición.
- En ocasiones se observa una muesca en forma de “V” suavemente delineada en el margen articular de la falange distal completamente normal, esto está relacionado con el grado de concavidad de la superficie parietal (Butler, 2017).

Dorsoproximal-palmarodistal

Esta toma permite evaluar el cuerpo del margen solar y los procesos palmares de la falange distal; es adecuada para un examen de rutina del casco. Puede obtenerse de dos maneras, el casco se coloca sobre un bloque de madera con un surco cortado a lo largo de la superficie superior y se manipula de tal forma que la suela del casco se encuentre vertical. El haz de rayos x entra a 60 grados horizontal, es centrado en la banda coronaria y alineado perpendicularmente a la suela del casco, a aproximadamente 60cm. El chasis es colocado verticalmente contra la suela del casco (Fig. 46) (Butler, 2017; Morgan y *et al*, 1991).

Como anteriormente se mencionó en los miembros torácicos es más sencilla la obtención de una toma plantarodorsal, esta puede ser producida colocando el miembro del caballo en un bloque común si el casco es posicionado manualmente con la suela vertical. El haz de rayos x está centrado en la ranilla del casco, perpendicular a la suela y el chasis se coloca verticalmente dorsal al casco (Butler, 2017).

Una toma similar (“coronaria alta”) puede ser obtenida si el caballo es parado sobre un túnel que tenga dentro el chasis, el haz de rayos x entra en dirección dorsoproximal-palmarodistal oblicua aproximadamente a 65 grados, centrado en la banda coronaria. Esta técnica tiene la desventaja de que el haz es oblicuo al chasis y esto puede causar distorsión; pero puede ser útil para la evaluación de fracturas y para caballos que se resisten a colocar el casco en un bloque

navicular, o cuando hay asistencia limitada (Butler, 2017 Morgan y *et al*, 1991; Eggleston, 2009).

Características:

- El margen solar está bien definido y tiene un contorno regular, en algunos se puede observar irregularidad especialmente en la periferia de los canales vasculares.
- Las falanges distales de los miembros pélvicos son más estrechas y tienen un contorno más puntiagudo en comparación con las de los miembros torácicos, al nacimiento la falange distal tiene una forma triangular.
- Se puede observar una muesca roma en la línea media del margen solar, correspondiente a la crena; esta suele ser bilateral y puede ser de tamaño variable.
- Los canales vasculares se observan como líneas radiolúcidas evidentes, que se encuentran entre el canal solar y el margen solar, estas son variables en número y tamaño.
- La AID es observada como dos líneas radiolúcidas, la superior corresponde al aspecto palmar de la articulación que forma la falange distal con la media y la inferior corresponde a la porción dorsal de la superficie articular de la falange distal.
- Se observan unas zonas radiolúcidas de forma ovalada en el aspecto proximolateral y proximomedial, correspondientes a la inserción de los ligamentos colaterales de la AID (Butler, 2017; Morgan y *et al*, 1991).

Dorsopalmar

Esta toma es útil para la evaluación de fracturas sagitales de la falange distal, del espacio articular de la AID, el balance mediolateral del casco y la osificación de cartílagos ungulares (Butler, 2017; Morgan y *et al*, 1991; Eggleston, 2009).

El caballo soporta su peso sobre la extremidad apoyada en un bloque plano, de modo que el chasis pueda ser colocado verticalmente en el aspecto palmar por debajo de la superficie solar del casco. Para evaluar el balance del casco y el

espacio articular, ambas extremidades deben estar colocadas sobre un bloque de la misma altura, soportando su peso de forma uniforme. El haz de rayos x es centrado entre la banda coronaria y el suelo, en la línea media del casco (Fig. 47) (Butler, 2017; Eggleston, 2009).

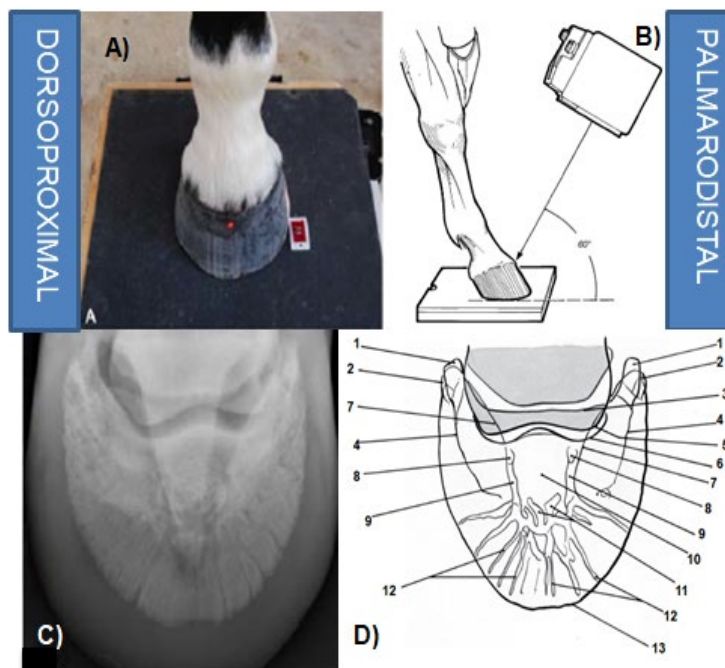


Figura 46. A) Posición y entrada del haz de rayos X; B) Diagrama para la obtención de una toma dorsoproximal-palmarodistal oblicua; C) Toma radiográfica dorsoproximal-palmarodistal oblicua; D) Diagrama de la proyección: **1-** Porción proximal de los procesos palmares, **2-** Porción distal de los procesos palmares, **3-** Margen articular palmar de la falange distal (f3), **4-** Surco parietal, **5-** Superficie articular distal de la falange media (f2), **6-** Margen proximal dorsal de la f3, **7-** Surcos solares, **8-** Foramen solar, **9-** Canal solar, **10-** Superficie flexora, **11-** Canales vasculares en la región del canal solar, **12-** Canales vasculares periféricos, **13-** Margen solar distal (Modificado de Baxter, 2020; Eggleston, 2009).

Características

- En esta toma el canal solar se observa como dos agujeros distales a la superficie articular de la falange distal.

- La visualización del proceso extensor no es posible, porque se sobrepone la porción distal de la falange media y el hueso navicular, por la falta de angulación.
- Los surcos parietales de la falange distal se observan como muescas en el aspecto medial y lateral; en ocasiones se pueden observar como agujeros completos, en lugar de muescas, esto es considerado normal.
- El margen solar debe de estar a la misma altura en los aspectos medial y lateral con relación a la suela del casco, esta es la mejor toma para observar el balance mediolateral.
- En esta toma también se puede observar la simetría de los cartílagos ungulares osificados, aunque no se puede observar el grado de osificación (Butler, 2017; Morgan y *et al*, 1991).

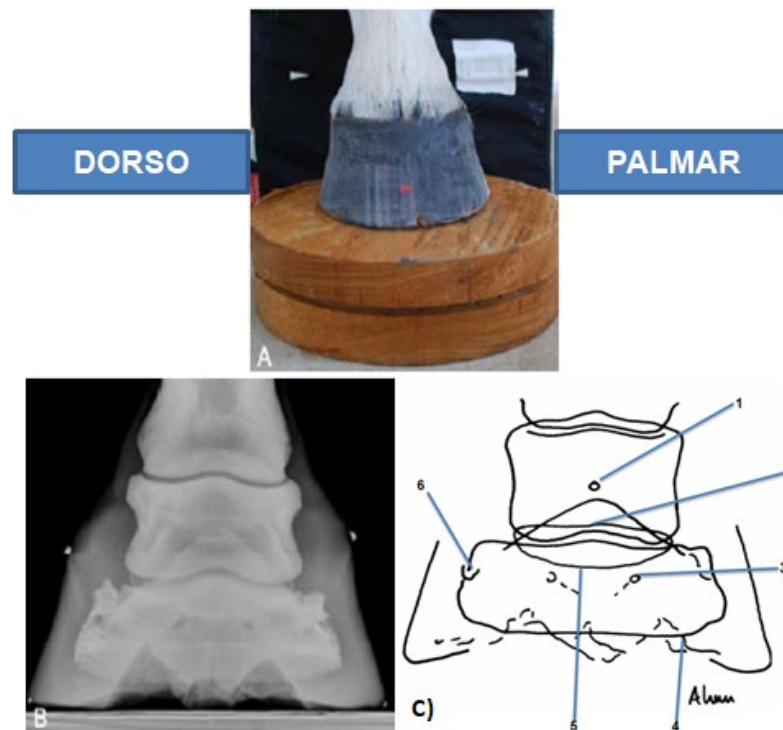


Figura 47. A) Posición y entrada del haz de rayos X; B) Toma radiográfica dorsopalmar; C) Diagrama para la obtención de la proyección Diagrama: **1-** Foramen nutricional de la falange media, **2-** Borde proximal del hueso navicular, **3-** Canal solar, **4-** Margen solar, **5-** Borde distal del hueso navicular, **6-** Surco parietal (Modificado de Baxter, 2020).

Palmaroproximal-palmarodistal oblicua

Esta toma sirve para visualizar los procesos palmares de la falange distal, para la identificación de la separación de las láminas del casco a nivel del talón o de una fractura del proceso palmar, que no es detectable en ninguna otra proyección. El casco es apoyado sobre un túnel con el chasis dentro, el miembro a radiografiar se coloca lo más caudal que sea posible con el casco en apoyo, para que la imagen del menudillo no se sobreponga sobre los procesos palmares. La máquina de rayos x es colocada ventral al tórax del caballo y el haz de rayos x se centra entre los bulbos del casco. El ángulo del haz con respecto al chasis es de 46-70 grados, dependiendo de la posición del casco y la inclinación de la cuartilla (Fig. 48) (Butler, 2017; Eggleston, 2009).

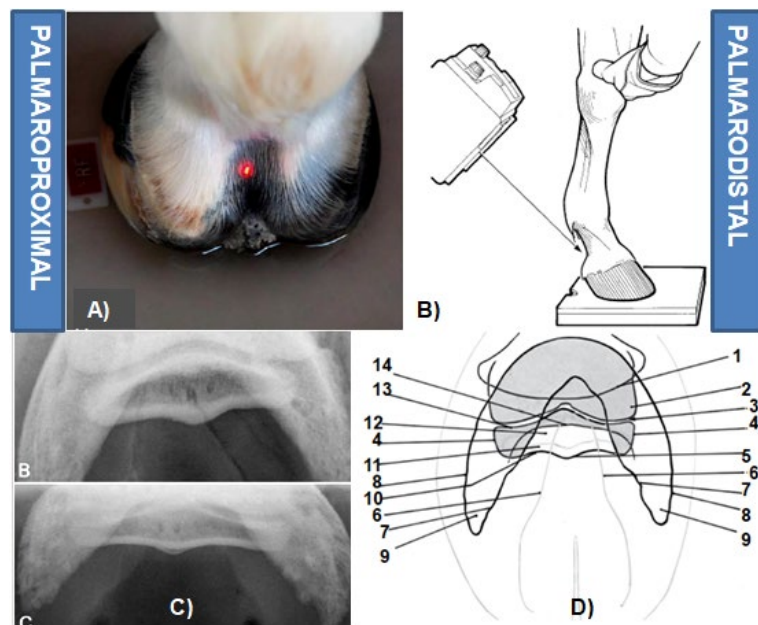


Figura 48. A) Posición y entrada del haz de rayos X; B) Diagrama para la obtención de una toma palmaroproximal-palmarodistal oblicua; C) Toma radiográfica palmaroproximal-palmarodistal oblicua; D) Diagrama: **1-** Borde palmar de la falange media (f2), **2-** Cóndilo medial distal de f2, **3-** Articulación de f2 con el hueso navicular (SD), **4-** Eminencias lateral y medial del SD, **5-** Eminencia flexora del SD, **6-** Surco colateral de la ranilla, **7-** Línea semilunar de la superficie solar de la falange distal (f3), **8-** Aspectos medial y lateral del borde solar de f3, **9-** Porción distal de los procesos palmares, **10-** Superficie flexora de SD, **11-** Corteza flexora de SD, **12-** Cavidad medular de SD, **13-** Superficie articular de SD (Modificado de Baxter, 2020; Eggleston, 2009).

Características

- En esta toma los procesos palmares se pueden observar a cada lado del sesamoideo distal, sus bordes axial y abaxial tiene una apariencia lisa, pero se pueden observar líneas radiolúcidas dentro del cuerpo de los mismos.
- Se puede observar un anillo radiopaco en la base de los cartílagos correspondiente a su mineralización (Butler, 2017).

Otras tomas oblicuas

Usualmente se requieren tomas oblicuas del casco para evaluar su pared, el tejido laminar y la falange distal, estas son útiles cuando se tiene como diagnóstico diferencial la fractura de alguno de los procesos palmares, para identificar la presencia de hueso de neoformación en la superficie parietal de la falange distal, mineralización de las láminas, modelado periarticular de la AID, la presencia de entesofitos en las falanges media y distal, irregularidad del borde solar de la falange distal, fracturas en el margen articular de AID y la formación de entesofitos en el sesamoideo distal (Butler, 2017).

La oblicuidad es determinada por dos factores: intentar alinear el haz de rayos x con una línea de fractura o posicionarlo de modo que entre perpendicular a la superficie de la falange que tiene huesos de neoformación; para este propósito se utilizan exposiciones reducidas (Butler, 2017).

Si se desean observar osteofitos o entesofitos en los aspectos dorsolateral o dorsomedial, muchas veces es de ayuda la realización de tomas oblicuas flexionadas, que exponen la articulación. La punta del pie es colocada en un bloque para radiografías de navicular con la suela del casco vertical, para obtener dichas tomas. El haz de rayos x entra centrado en la banda coronaria. Si se desean resaltar los procesos palmares se realiza a 45 grados (Butler, 2017).

Adicionalmente se obtiene una toma dorsolateral-palmaromedial y dorsomedial-palmarolateral oblicua a 45 grados en apoyo. El miembro es apoyado en un bloque plano y el chasis se coloca a nivel del suelo para incluir la superficie solar

en la toma; el haz de rayos x entra 1cm por debajo de la banda coronaria, a la mitad tomando como referencia los aspectos palmar y dorsal del casco. En estas tomas es más difícil evaluar los márgenes articulares en comparación con las tomas oblicuas flexionadas (Fig. 49) (Butler, 2017).

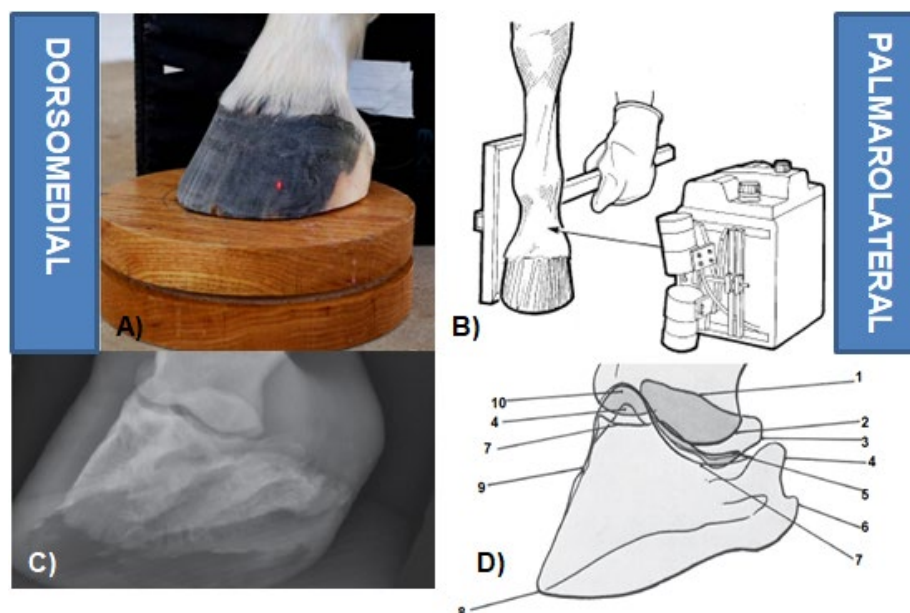


Figura 49. A) Posición y entrada del haz de rayos X; B) Diagrama para la obtención de una toma dorsomedial-palmarolateral oblicua; C) Toma radiográfica; D) Diagrama: **1-** Borde proximal del hueso navicular (SD), **2-** Cóndilo medial distal de la falange media; **3-** Eminencia medial del SD, **4-** Porción proximal del proceso palmar medial, **5-** Porción palmar del proceso palmar medial, **6-** Porción distal del proceso palmar medial, **7-** Aspectos medial y lateral del borde coronario de la superficie articular de la falange distal, **8-** Borde solar, **9-** Área de inserción del ligamento colateral, **10-** Proceso extensor (Modificado de Baxter, 2020; Eggleston, 2009).

Características:

- El contorno del proceso extensor de la falange distal está ligeramente curvado, dependiendo del grado de flexión uno de los cóndilos de la falange media puede superponerse sobre el proceso extensor.
- Se puede observar una eminencia en la zona de inserción de los ligamentos colaterales, estas son más evidentes en razas pesadas.

- Una línea radiolúcida y oblicua puede ser observada a lo largo de la falange distal, esta es producida por el proceso palmar contralateral o por la ranilla, dependiendo de la angulación.
- En esta toma se puede observar el surco parietal como una muesca o agujero de tamaño variable en el proceso palmar (Butler, 2017).

Variaciones normales

- La falange distal puede tener diferentes formas en una toma lateromedial, dada por concavidad de la superficie parietal.
- Generalmente el casco tiene una altura mayor en su aspecto lateral, pero si el balance mediolateral al herrarlos es correcto, esto no debería ser un problema.
- La observación de centros de osificación separados en los procesos palmares, que pueden ser confundidos con fracturas.
- En una toma dorsoproximal-palmarodistal oblicua se pueden observar defectos cóncavos en el margen solar de la falange distal, relacionados con estrés sobre dicho margen, pero estos no son de importancia clínica mientras no se les encuentre relación con defectos visibles en el casco (Butler, 2017).

5.1.2 Radiología del hueso navicular

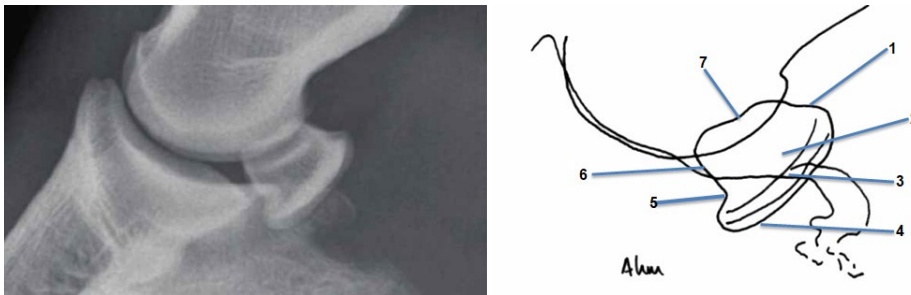
Para la valoración del hueso navicular se necesitan obtener imágenes apropiadamente colimadas, centradas y expuestas. La preparación del casco es exactamente igual a como se describió anteriormente, esta es esencial para no observar artefactos (Butler, 2017; Dyson, 2008).

Las tomas recomendadas para la observación del hueso navicular son: lateromedial, dorsoproximal-palmarodistal oblicua y palmaroproximal-palmarodistal oblicua (Butler, 2017).

Al nacimiento el hueso navicular tiene un contorno ovalado, tiene un solo centro de osificación y continúa osificándose hasta los 18 meses de edad (Butler, 2017).

Lateromedial

La radiografía es tomada como se describió anteriormente, pero se debe intentar tomar una toma lateromedial verdadera, para poder evaluar la corteza flexora del hueso en su porción palmar, la cresta sagital, la unión entre el hueso compacto y el trabecular, la presencia de osteofitos periarticulares y remodelación ósea en los aspectos proximal y distal del hueso, estos últimos pueden indicar la presencia de entesofitos del ligamento impar del sesamoideo distal y de los ligamentos colaterales (Figura 50) (Butler, 2017; Dyson, 2008).



Características

- El aspecto palmar del hueso se observa con dos líneas, la palmar corresponde a la cresta sagital del hueso y la dorsal corresponde al aspecto palmar del hueso compacto.
- Frecuentemente se observa una depresión en la parte central de la cresta sagital.
- El hueso compacto tiene un grosor similar en su porción proximal y distal, o puede ser más grueso proximalmente.
- En el aspecto palmar distal tiene una cresta suavemente definida, que corresponde al origen del ligamento impar.
- Comúnmente en el borde distal del hueso entre la superficie articular y la cresta, hay una muesca con profundidad variable, llamada fosa sinovial.

- Las invaginaciones sinoviales se observan como zonas radiolúcidas, que se extienden proximalmente desde la fosa, no suelen observarse en un caballo sano.
- La esponjosa se observa con un patrón trabecular lineal.
- En esta toma se puede observar la formación de entesofitos en el aspecto proximal y distal (Butler, 2017).

Dorsoproximal-palmarodistal oblicua

Puede ser tomada de las dos formas mencionadas anteriormente, con un bloque navicular o con un túnel. Esta imagen resalta el margen palmar del aspecto distal del hueso, la superposición del borde distal del sesamoideo distal sobre la AID, aumenta el contraste y facilita la detección de fragmentos en dicho borde. En caso de usar el túnel “coronaria alta”, el haz de rayos x se debe centrar 2cm por encima de la banda coronaria sobre la línea media del casco (Fig. 51) (Butler, 2017).

Se deben obtener dos tomas palmaroproximal-palmarodistal oblicuas, para descartar artefactos y para identificar o verificar la presencia de fragmentos en el borde distal, se recomienda hacer dos angulaciones diferentes para poder visualizar todos los bordes del hueso (Butler, 2017; Dyson, 2008).

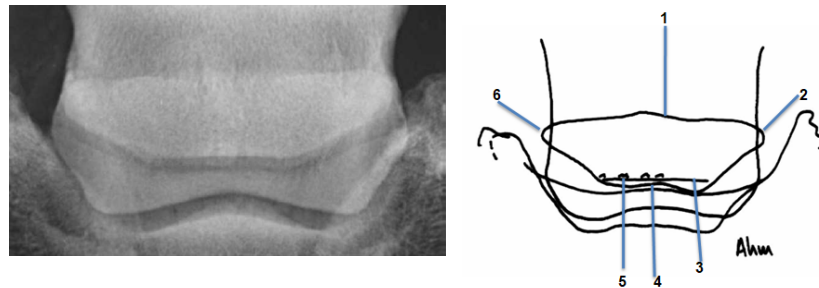


Figura 51. A) Toma radiográfica dorsoproximal-palmarodistal oblicua del hueso navicular; B) Diagrama de la toma radiográfica: **1-** Borde proximal, **2-** Eminencia lateral, **3-** borde distal proximal, **4-** Borde distal, **5-** Invaginaciones sinoviales, **6-** Eminencia medial (Modificado de Butler, 2017).

Características

- La forma del hueso navicular suele cambiar entre animales, pero es simétrica con respecto a los miembros contralaterales.

- A menudo se pueden observar zonas radiolúcidas de diferentes tamaños en el borde distal del hueso, correspondientes a las invaginaciones sinoviales, se consideran normales hasta 7 y deben ser largas y delgadas, en los miembros pélvicos generalmente se observan menos.
- El borde distal está conformado por dos líneas, la más proximal corresponde a su articulación con la falange distal, la otra representa el borde distal de la cresta en donde se origina el ligamento impar.
- Han sido descritas 4 formas diferentes del borde proximal del hueso: cóncava, convexa, ondulada y recta. Se cree que la forma es heredable y está relacionada con posibles lesiones a futuro. Se puede observar hueso de neoformación en este borde, esto es por la formación de entesofitos en la zona de inserción de los ligamentos colaterales, puede estar relacionado con síndrome navicular (Butler, 2017; Dyson, 2008).

Palmaroproximal-palmarodistal oblicua

Esta toma permite una buena visualización del hueso esponjoso y la porción palmar del hueso compacto, es tomada en un ángulo de 30 a 45 grados, para evitar la superposición del menudillo (Fig. 52) (Butler, 2017; Dyson, 2008).

Características:

- La articulación con la falange media se debe observar claramente y el aspecto palmar del hueso compacto debe verse como una línea única.
- El hueso navicular tiene hueso compacto dorsal y palmar con una opacidad uniforme, separados por la esponjosa con un patrón trabecular.
- Se observan unas zonas radiolúcidas en el borde distal del hueso esponjoso, de forma circular u oval, correspondientes a las invaginaciones sinoviales.
- El hueso compacto palmar tiene un espesor uniforme, pero puede estar presente una media luna radiolúcida en la cresta sagital; esta no suele observarse en caballos jóvenes.

- El grosor del hueso compacto puede tener distintos espesores entre caballos y razas, pero siempre debe ser visible la diferenciación entre hueso compacto y esponjoso (Butler, 2017; Dyson, 2008).

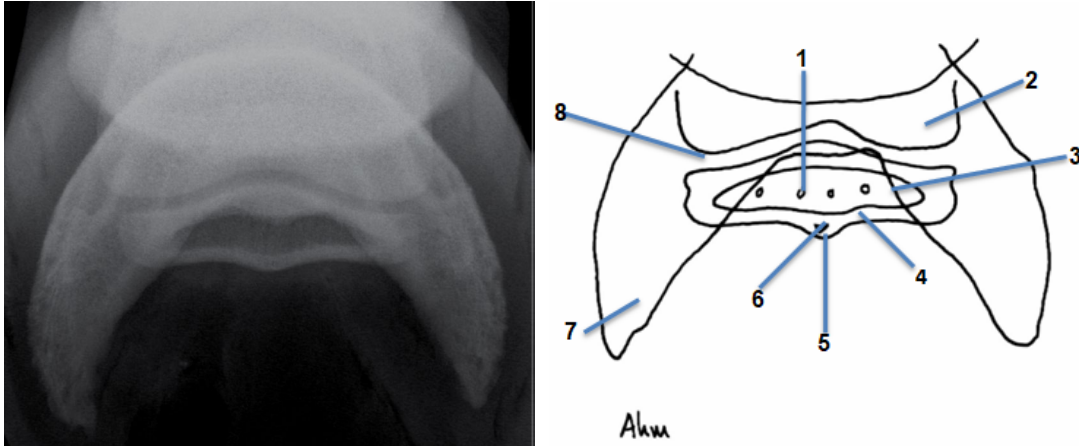


Figura 52. A) Toma radiográfica palmaroproximal-palmarodistal oblicua del hueso navicular; B) Diagrama de la toma radiográfica: **1-** Invaginaciones sinoviales, **2-** Porción distal de la falange media, **3-** Cavity medular, **4-** Corteza flexora, **5-** Cresta sagital, **6-** Zona radiolúcida considerada normal, **7-** Falange distal, **8-** Articulación del hueso navicular con la falange media (Modificado de Baxter, 2020).

5.1.3 Venografía

Esta técnica es utilizada para evaluar la perfusión del casco, requiere de trabajo en equipo rápido y preciso, ya que en pocos minutos el medio de contraste aplicado en la vena digital se difunde hacia proximal. Las tomas más utilizadas bajo esta técnica son la lateromedial y la dorsoproximal-palmarodistal. Antes de realizar la venografía se recomienda hacer tomas simples, para tener establecidos todos los parámetros necesarios para obtener una buena radiografía; se debe colocar un objeto metálico sobre la muralla para facilitar su interpretación (Pollit, 2016).

El caballo debe de estar sedado, ambos miembros deben estar apoyados sobre bloques de madera y el miembro a radiografiar debe estar limpio. Previamente se realiza el bloqueo abaxial bilateral (se recomienda el uso de mepivacaína 2%), se rasura de ambos lados a la altura de la cuartilla y se le aplica asepsia como si se

preparara para una cirugía. Después se coloca un torniquete con un vendaje elástico (caucho) a la altura del menudillo, de proximal a distal para distender las venas digitales, así podrán ser palpadas con guantes (Pollit, 2016, Redden, 2001; Rucker y *et al*, 2006; Rucker, 2010).

Se recomienda el uso de un catéter de mariposa calibre 21G de 1.9cm de largo, es importante que el caballo no se mueva, porque puede lastimarse el vaso y el medio de contraste quedará perivascular. Se utiliza una extensión de 30.5cm para facilitar la administración, una vez administrado la extensión es sujeta con unas pinzas hemostáticas (Pollit, 2016; Redden, 2001; Rucker y *et al*, 2006).

Se puede utilizar cualquier medio de contraste empleado en mielogramas (Iomeprol-350, Omnipaque®; diatrizoato de sodio), para un caballo de 450kg se requieren de 20-25ml. Este se administra en la vena digital, el miembro no debe de soportar peso después de realizada la inyección, para favorecer el llenado de los vasos sublaminares dorsales (Figura 53) (Pollit, 2016; Redden, 2001).



Figura 53. A) En esta fotografía se puede observar la colocación del torniquete, después de la punción, se puede apreciar que el catéter no está insertado en su totalidad y no está fijado a la piel. B) Administración de la segunda jeringa del medio de contraste, sin que el miembro este en apoyo (Modificado de Redden, 2001).

Inmediatamente después de que se inyectó el medio de contraste, se deben realizar las tomas radiográficas; como ya se mencionó las proyecciones deben de ser tomadas rápidamente y con presión. Son tomadas dentro de los primeros 45 segundos y se incluye una lateromedial tardía, para observar cómo se difunde el

medio. Se retira el torniquete, posteriormente el catéter y se coloca un vendaje por 25-30 minutos, con una gasa en el área de punción para evitar la formación de un hematoma (Pollit, 2016; Redden, 2001; Rucker, 2010).

5.2 Fluoroscopia

La fluoroscopia es un estudio de las estructuras en movimiento, similar a una película de rayos X. Se hace pasar un haz continuo de rayos X a través de la región examinada y la imagen es transmitida a un monitor. Esta permite la observación de las estructuras esqueléticas dentro del casco y evita errores en la colocación de objetos. Los sistemas de fluoroscopia estándar operan velocidades de entre 8 y 12Hz (Roach y *et al*, 2014). Esta técnica es usada con frecuencia durante cirugías, en la osteosíntesis de fracturas simples para observar que el implante sea colocado en la posición adecuada, también para asegurar que se ingresó a una bursa correctamente, como la bursa del navicular (Németh y Dik, 1985; Smith, 2012; Heer y *et al*, 2019; Gygax, 2006).

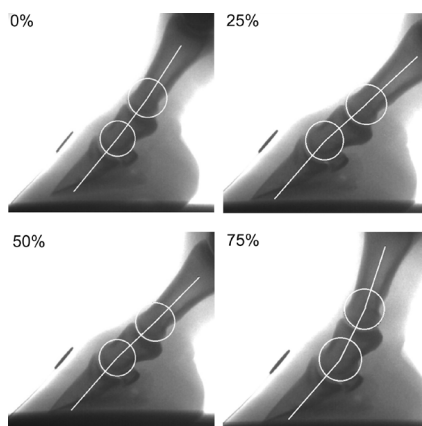


Figura 54. Cuadros con talón hacia abajo (0%, 25%, 50% y 75%) de la postura durante el trote. Ilustrando los cambios en los ángulos articulares de la articulación interfalángica proximal y la distal (Tomado de Roach y *et al*, 2014)

Esta resolución no es suficiente para velocidades de locomoción, por lo que se han desarrollado sistemas de fluoroscopia de alta velocidad, que combinan la fluoroscopia con cámaras de video de alta velocidad para capturar imágenes esqueléticas y analizar la marcha (Fig. 54) (Roach y *et al*, 2014; Geiger y *et al*, 2016).

5.3 Ecografía del casco

La evaluación ecográfica del casco está limitada por su queratinización, sin embargo existen distintos abordajes que permiten evaluar alguna de sus estructuras internas: 1) el abordaje dorsal que permite evaluar la articulación interfalángica distal (AID) y los ligamentos colaterales de la misma, 2) el abordaje palmar para evaluar el tendón flexor digital profundo (TFDP), el ligamento suspensor del hueso navicular, la porción palmar de la bursa del navicular, el borde proximal del mismo y la porción palmar de la AID, 3) el abordaje transcuneal para inspeccionar el cojinete palmar/plantar, el TFDP, el ligamento impar del sesamoideo distal, hueso navicular y la bursa del navicular. Muchos caballos requieren de sedación para disminuir el movimiento del casco, reducir el tiempo y obtener imágenes diagnósticas (Eggleston, 2010).

Abordaje dorsal

Se rasura la zona desde el nivel de la cuartilla, hasta la banda coronaria; se lava la cuartilla con agua tibia y un jabón suave y posteriormente se coloca una capa generosa de gel de acoplamiento en dirección al crecimiento de pelo. Se utiliza un transductor lineal de 7.5-13 MHz. Comenzando en la superficie dorsal con el transductor en un plano longitudinal, se puede observar la apófisis extensora junto con el receso dorsal de la cápsula articular de la AID, que se encuentra profundo al tendón extensor digital común (Fig. 55) (Eggleston, 2010; Sage y Turner; 2002; Chope, 2007).

Al desplazar el transductor hacia medial o lateral se observa la zona de inserción de los ligamentos colaterales en la posición de 10:00 y 2:00 de acuerdo a las manecillas del reloj, colocado el transductor en orientación transversal sobre la banda coronaria. Un punto de referencia útil es una depresión en la porción distal de la falange media, denominada la fosa colateral. Los ligamentos son de forma ovalada, su ecogenicidad es difusa y el patrón de las fibras es igual al de cualquier ligamento o tendón; se pueden observar desde su aspecto proximal hasta que desaparecen en la cápsula del casco, aproximadamente sus dos tercios proximales se encuentran fuera de la cápsula. Puede haber variación en el área

de sección transversal de estos ligamentos (normal= 0.62cm²), por lo que es importante hacer la comparación con el miembro contralateral (Eggleston, 2010; Sage y Turner; 2002; Chope, 2007).

En el plano longitudinal se obtienen imágenes del origen de los ligamentos colaterales con el transductor orientado perpendicularmente a la superficie de apoyo, es difícil la obtención de una imagen diagnóstica de la inserción, raramente es diagnóstica (Eggleston, 2010).



Figura 55. A) Esquemátización de que muestra la posición del transductor sobre la banda coronaria del casco para obtener una imagen del plano transversal del ligamento colateral de la AID, DP= falange distal, MP= falange media, CL= ligamento colateral. B) Fotografía de la posición correcta del transductor, se encuentra lateral a la línea media y casi paralelo a la superficie de apoyo del casco. C) Imagen ecográfica del ligamento colateral en una sección transversal, la derecha de la imagen es dorsal, las flechas blancas corresponden a la depresión de la falange media (Modificado de Sage y Turner; 2002).

Abordaje palmar

La preparación para este abordaje es similar al anterior, por su ubicación distal y la pequeña superficie de contacto entre los cartílagos colaterales es necesario usar un transductor microconvexo de 5-10 MHz. En el plano longitudinal el patrón de fibras se vuelve hipoeoico debido a la incapacidad de mantener el transductor perpendicular al tendón (Eggleston, 2010; Sage y Turner; 2002; Crisan y *et al*, 2010; Chope, 2007).

Longitudinal

Antes de atravesar los tejidos blandos, el haz de ultrasonido atraviesa la piel y el cojinete digital, que tiene un aspecto hiperecoico con puntos; entre este cojinete y

el TFDP, se observa una línea hiperecoica correspondiente al ligamento anular distal. El TFDP se puede observar hasta el tercio proximal del sesamoideo distal, en esta región dicho tendón tiene una ecogenicidad heterogenia, con una porción fibrocartilaginosa dorsal y otra porción fibrosa palmar (Crisan y *et al*, 2010).

A nivel del sesamoideo distal se vuelve completamente fibrocartilaginoso, para que se pueda deslizar sobre el *scutum* distal, por esto y por la orientación de sus fibras se observa hipoecogénico. Dorsal al TFDP, se observa la vaina del mismo como una línea anecoica, esta termina distal a la tuberosidad flexora de la falange media (Crisan y *et al*, 2010; Busoni y Denoix, 2001).

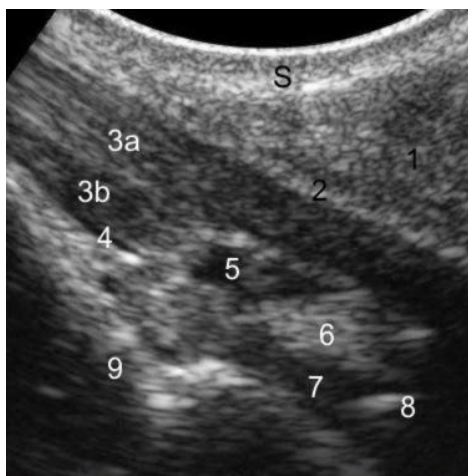


Figura 56. Ultrasonido longitudinal bajo el abordaje palmar del casco: A- Sección sagital, B- Sección parasagital, 1- cojinete plantar, 2- Ligamento anular distal, 3a- Porción fibrosa del TFDP, 3b- Porción fibrocartilaginosa del TFDP, 4- Vaina digital, 5- Bursa podotroclear, receso proximal, 6- Ligamento sesamoideo colateral, 7- Receso palmar de la AID, 8- Sesamoideo distal, 9- Falange media, S- Piel (Tomada de Crisan y *et al*, 2010).

La bursa del navicular se encuentra entre el extremo distal de la vaina del TFDP, el borde dorsal del TFDP y el borde proximal del sesamoideo distal; tiene un aspecto hipoecoico ovalado. La bursa anecoica palmar a la falange media, es el receso palmar proximal de la AID; estas dos bursas están separadas por los ligamentos sesamoideos colaterales, que se insertan en la porción proximal de la superficie flexora del sesamoideo distal. La superficie palmar de la falange media se visualiza como una línea hiperecoica y entre la extremidad distal de la falange

media y el sesamoideo distal, se ve un espacio anecoico que corresponde a la AID (Fig. 56) (Crisan y *et al*, 2010; Busoni y Denoix, 2001).

Transversal

Se realiza a tres niveles: el tercio proximal de la falange media, el receso palmar proximal de la AID y el tercio proximal del sesamoideo distal. Primero se encuentra la piel, después se observa el cojinete digital con ecogenicidad punteada. El ligamento anular distal está representado por una línea hipoecoica, entre el cojinete digital y el TFDP, pero no siempre puede ser observada (Crisan y *et al*, 2010).

Se puede realizar con el miembro en apoyo o levantado; con el transductor colocado entre los cartílagos colaterales en un plano trasversal se observa el TFDP como una estructura bilobulada que mide 7-12 mm de espesor y 15-23mm de ancho (Eggleston, 2010; Crisan y *et al*, 2010; Chope, 2007).

En este abordaje también se distinguen la porción fibrocartilaginosa (hipoecogenica) y la fibrosa (hiperecogenica). El receso proximal de la bursa del navicular se observa como una línea anecoica, se encuentra en el tercio distal de la falange media y dorsal al TFDP. Cuando se realiza al nivel del borde proximal del sesamoideo distal, se observa como una línea anecoica delgada (Crisan y *et al*, 2010).

El ligamento colateral proximal del sesamoideo distal, se encuentra entre el receso palmar de la bursa del navicular y el receso proximal de la AID; este ligamento corresponde a la *scutum* distal y aparece como una línea hipercoica que se continúa medial y lateral con los ligamentos colaterales del sesamoideo distal (Crisan y *et al*, 2010).

Los ligamentos colaterales del sesamoideo distal tienen una ecogenicidad menor y sus fibras tienen una orientación oblicua, es importante comparar su tamaño y la ecogenicidad que tiene con los del miembro contralateral y entre el medial y lateral del mismo miembro (Fig. 57) (Crisan y *et al*, 2010).

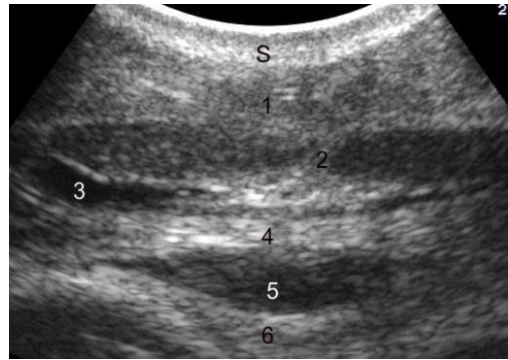


Figura 57. Ultrasonido transversal bajo el abordaje palmar del casco: 1- Cojinete plantar, 2- TFDP (bilobulado) 3- Bursa podotroclear, 4- Ligamento sesamoideo colateral (proximal), 5- Receso palmar de la AID, 6- Falange media, S- Piel (Tomada de Crisan y *et al*, 2010).

Abordaje transcuneal

Para este abordaje es importante la preparación del casco, para obtener imágenes diagnósticas. En la mayoría de los caballos de tamaño medio, la eliminación de la capa superficial de la ranilla es suficiente, se debe usar una cuchilla afilada para obtener una superficie lisa y plana. Cuando el casco es grande o demasiado seco, es necesario remojarlo para ablandar la ranilla, de 30 minutos hasta 12 horas según la dureza de la misma (Eggleston, 2010; Sage y Turner; 2002; Chope, 2007).

El casco es sostenido por un asistente; se utiliza un transductor lineal de 7.5-10MHz o uno lineal microconvexo de 5-10 MHz, dependiendo del ancho y la profundidad de la ranilla y el microconvexo a menudo es necesario para la obtención de imágenes en el plano transversal (Eggleston, 2010; Chope, 2007).

Se coloca el transductor sobre el plano medio o paramedial, se observa superficialmente el cojinete digital. El TFDP se puede visualizar desde la cara palmar de la ranilla a medida que atraviesa la superficie flexora del hueso navicular hasta su inserción en la fosa semilunar de la falange distal, en este nivel el tendón tiene una ecogenicidad hipoecoica por la cantidad de fibrocartílago y la orientación de las fibras a medida que avanzan hacia su inserción, se puede observar un patrón de fibras en la porción fibrosa distal del tendón. El margen

solar de este debe estar bien delimitado y el límite debe ser lineal, su grosor a este nivel es de 4-6mm (Fig. 58) (Eggleston, 2010; Sage y Turner; 2002; Chope, 2007).

Sin la presencia de efusión en la bursa navicular, es difícil diferenciar el fibrocartilago de la superficie flexora del hueso navicular y la porción fibrocartilaginosa del TFDP (Eggleston, 2010; Chope, 2007).



Figura 58. A) Diagrama que muestra las estructuras que se pueden observar en el abordaje trascuneal del casco, en la sección logitudinal de la ranilla. B) Posición del transductor sobre la ranilla del casco. C) Imagen ecográfica obtenida bajo este abordaje, a derecha de la imagen esta hacia el talón y la izquierda hacia la pinza del casco. DC= cojinete palmar-plantar, DDFT= tendón flexor digital profundo, IL= ligamento impar del sesamoideo distal, DSB= hueso sesamoideo distal, DRPB= receso distal de la bursa del navicular, DP= falange distal (Modificado de Sage y Turner; 2002).

Ocasionalmente se puede observar un área hipoeoica en la cara distal del hueso navicular, profundo al TFDP y superficial al ligamento impar del sesamoideo distal (LISD), correspondiente al receso distal de la bursa navicular. El LISD se puede observar desde su origen hasta su inserción, profundo al TFDP y delimitado dorsalmente por el margen oblicuo de la falange distal. La superficie flexora del hueso navicular puede obtenerse desde el borde proximal hasta el borde distal, se observa como una línea convexa hiperecoica (Eggleston, 2010).

En este abordaje también debe ser evaluado en el plano transversal, como ya se mencionó en ocasiones es necesario un transductor microconvexo, aunque se puede tener un contacto adecuado con el lineal sobre las dos terceras partes palmares. Colocando el transductor en el tercio medio de la ranilla, se observarán dos líneas hiperecoicas, una superficial y otra profunda, a medida que se desplaza el transductor dorsalmente (Eggleston, 2010; Sage y Turner; 2002).

La línea más superficial representa la superficie flexora del hueso navicular, cuando la imagen se desliza fuera del borde distal del hueso navicular, la línea más profunda aparece en el plano y corresponde a la superficie solar de la falange distal; superficial a este borde se encuentra el LISD (Eggleston, 2010).

5.4 Resonancia Magnética

La resonancia magnética (RM) es una herramienta diagnóstica multiplanar, que utiliza la propiedad magnética de los tejidos. Actualmente es la técnica de elección para evaluar lesiones musculoesqueléticas de la extremidad distal de los caballos, ya que permite evaluar tanto tejido óseo, como tejidos blandos. El alto contraste entre los tejidos blandos que proporciona esta técnica, la hace ideal para la evaluación de cartílago articular, ligamentos, tendones, cápsulas articulares, sinovia y médula ósea (Baxter, 2020; Murray y *et al*, 2006; Mair y *et al*, 2005).

En esta técnica la extremidad a evaluar se coloca en un fuerte campo magnético y es sometida a ondas de radiofrecuencia, para producir cortes finos de los tejidos y generar imágenes, como en la tomografía computarizada. Los protones del núcleo de los átomos de hidrógeno (agua e hidratos de carbono de los lípidos), que se encuentran dentro de dichos tejidos, normalmente giran de forma libre para producir campos magnéticos diminutos que están alineados al azar. Cuando son rodeados por el campo magnético de la RM, los protones se alinean a lo largo de este de forma longitudinal (Kocak, 2019; Jaskólska y *et al*, 2013).

Posteriormente se aplican ondas de radiofrecuencia, que hacen que los ejes de varios protones queden momentáneamente alineados de forma transversal con el campo en un estado de alta energía. Tras este estímulo los protones se relajan y regresan a su alineación basal, la magnitud y la velocidad de liberación de energía que se produce cuando regresan a esa alineación se conoce como relajación T1 y al balanceo durante el proceso relajación T2. Estas son registradas por una antena como intensidades de señal y a través de algoritmos computarizados, se producen detalladas imágenes anatómicas. La elección de secuencias de ondas de radiofrecuencia es un punto importante, se desarrollan protocolos de estudio

con la finalidad de recibir más información del diagnóstico en el menor tiempo posible (Kocak, 2019; Jaskólska y *et al*, 2013; Mair y *et al*, 2005).

El tiempo entre dos pulsos de radiofrecuencia (TR) y el tiempo entre dichos pulsos y la colección de información (TE), son variables que puede modificar el clínico para determinar la apariencia del tejido, influyendo en la elección de secuencia. Por lo tanto, un TR corto+TE corto resultan en una imagen ponderada T1 y un TR largo+TE largo en una imagen ponderada T2. En general T1 permite evaluar mayor detalle anatómico, mientras T2 e inversión muestran un mayor contraste entre los fluidos (Jaskólska y *et al*, 2013; Baxter, 2020).

La información obtenida se basa en la estructura y el entorno bioquímico de los tejidos como se mencionó anteriormente; por su modo de adquisición de imágenes y construcción, es importante entenderlos factores que influyen en las características de señal que producen estas imágenes diagnósticas. Se deben conocer sus desventajas y ventajas, además esta técnica requiere experiencia para poder diferenciar anomalías de señal y artefactos de cambios patológicos, así como tener conocimiento anatómico. Esta técnica, como cualquier otra modalidad de imagen debe correlacionarse con los exámenes clínicos, analgesia diagnóstica y otras modalidades de imagen (Baxter, 2020; Jaskólska y *et al*, 2013).

Se han desarrollado escáneres abiertos para realizar RM de campo bajo en la extremidad distal, con el caballo de pie (Fig. 59) (Mair y *et al*, 2005; Baxter, 2020). Estos tienen una resolución espacial más baja en comparación con los resonadores de campo alto, que son usados con el caballo bajo anestesia general (Roval y *et al*, 2019).

La RM ha expuesto las limitaciones de la radiología para ver lesiones óseas y de la ecografía para detectar lesiones en los tejidos blandos; se ha mostrado particularmente útil para identificar lesiones que bajo las técnicas antes mencionadas no son diagnosticadas. Permite obtener de forma precoz el diagnóstico y pronóstico, así como elegir un tratamiento más adecuado y preciso (Baxter, 2020; Dyson y *et al*, 2003).



Figura 59. Resonancia magnética de pie con un escáner abierto, para evaluar la extremidad distal del miembro (Modificado de Baxter, 2020).

La radiología requiere un cambio en la densidad ósea de al menos 40%, para que pueda ser identificada una lesión, por esto los cambios agudos pueden pasarse por alto y el cartílago no puede ser evaluado por la cantidad de agua que contiene. La gammagrafía es sensible a detectar cambios metabólicos en el hueso, pero su detalle anatómico es mínimo y la ecografía está limitada por la cápsula del casco (Dyson y et al, 2003; Butler, 2011; Jaskólska y et al, 2013).

Muchas de las causas de claudicación que conocemos hoy en día, son gracias a la RM y solo pueden ser identificadas de forma certera con la misma. La RM es la única técnica diagnóstica que permite evaluar lesiones trabeculares en las falanges y el sesamoideo distal (Baxter, 2020; Jaskólska y et al, 2013).

A continuación, serán enlistadas las densidades esperadas para cada tejido, en las diferentes secuencias de la RM (Cuadro 1) (Fig. 60):

Secuencia	T2	T1	Densidad de protón	Recuperación de inversión
Hueso cortical	Negro	Negro	Negro	Negro
Hueso esponjoso	Gris claro	Gris claro	Gris claro	Gris claro

Cartílago	Gris oscuro	Gris claro	Gris	Gris
Tendón	Negro	Negro	Negro	Negro
Ligamento	Negro	Gris- Negro	Negro	Negro
Grasa	Gris claro	Blanco	Blanco	Negro
Líquido	Blanco	Gris oscuro	Gris claro	Blanco

Cuadro 1. Densidades esperadas para cada tejido, en las diferentes secuencias de la resonancia magnética (Baxter, 2020; Mair y *et al*, 2005).

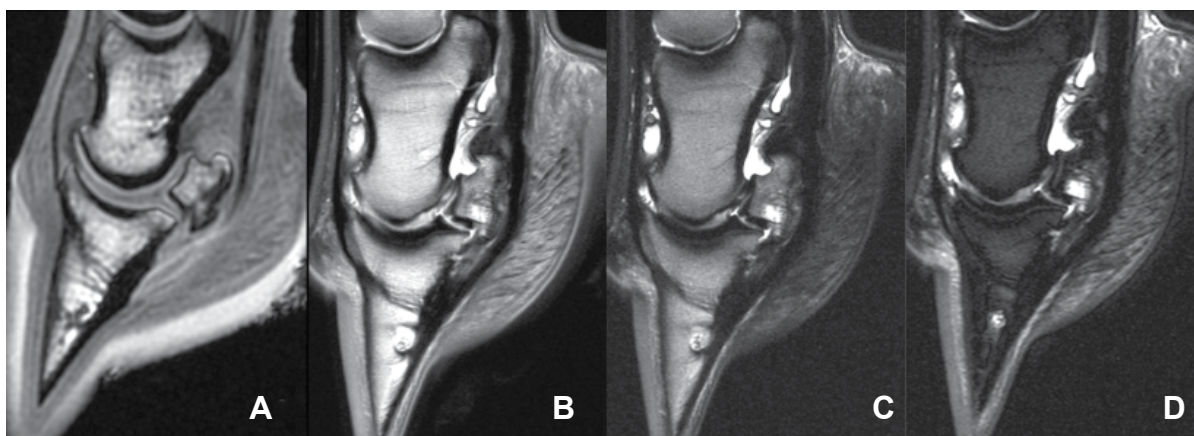


Figura 60. A) Ponderado T1, la grasa es blanca y el líquido gris oscuro; B) Densidad de protones, la grasa es blanca y el líquido gris claro; C) Ponderado T2, grasa y líquido son blancos D) Imágenes sagitales de recuperación de la inversión tau corta (STIR), la grasa es negra y fluido blanco. Estas imágenes de casco pertenecen a un caballo con enfermedad navicular; en general el hueso cortical, los tendones y los ligamentos son negros. T1 permite evaluar mayor detalle anatómico, mientras T2 e inversión muestran un mayor contraste de fluidos (Modificado de Baxter, 2020).

Dyson y sus colaboradores (2005), realizaron un estudio con 199 caballos para determinar cuáles son las lesiones del casco que comúnmente son diagnosticadas mediante RM, la lesión más común fue la tendinitis del tendón flexor digital profundo, sola o en compañía de lesiones en el sesamoideo distal; seguida por desmitis de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal, fractura de la falange distal, fractura de la osificación de los cartílagos ungulares,

osteítis de la falange distal, desmitis del ligamento impar del sesamoideo distal, fragmentos en borde distal del sesamoideo distal, quistes subcondrales, osteoartritis, mineralización de los cartílagos ungulares; etc. (Dyson y et al, 2005).

Debido a la alta prevalencia de lesiones en múltiples estructuras dentro del casco es importante evaluar sistemáticamente cada estructura anatómica en 3 planos, evaluando tamaño, forma, definición de los márgenes e intensidad de señal. Debe realizarse la evaluación en T1, T2 y en supresión de la grasa, para determinar los diferentes tipos de lesiones que ocurren en esta variedad de tejidos y su cronicidad. Los tres planos en que se debe evaluar el casco son: frontal, transversal y sagital, para determinar la ubicación exacta de la lesión y la extensión de esta (Fig. 61) (Dyson y et al, 2005).

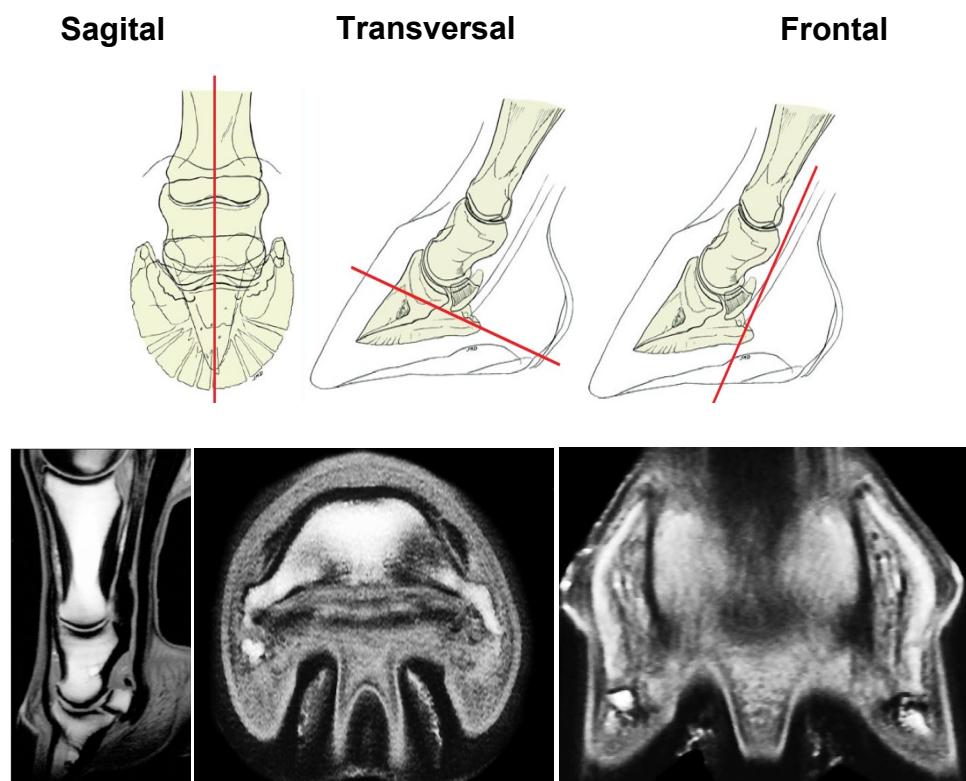


Figura 61. Esquemas e imágenes de los planos en los que realiza una resonancia magnética de casco (Modificado de Denoix, 2000).

La presencia de fluido y la mineralización anormal están caracterizadas por una disminución de la captación de señal en T1 y T2, el aumento en la captación de señal en imágenes con supresión de grasa está relacionada con edema óseo o

necrosis, cuando se observa que la captación es de moderada a intensa generalmente está relacionada con un incremento en la actividad osteoblástica (Dyson y et al, 2005).

5.5 Tomografía computarizada

La tomografía computarizada (TC) es de gran ayuda en la medicina equina, permite obtener información para el diagnóstico y el tratamiento de las claudicaciones, se pueden evaluar tanto lesiones en tejidos blandos como en óseo. Esta es una modalidad de la imagenología anatómica, que emplea rayos X y la atenuación de los mismos para obtener una imagen transversal. Al ser digital el clínico tiene la opción de editar las imágenes, además el software permite reformatearlas en distintos planos e incluso obtener imágenes tridimensionales (Kane, 2010; Baxter, 2020; Getman y *et al*, 2011, Ysusi, 2012).

Mientras la radiología produce imágenes sumadas de un objeto, los escáneres tomográficos rotan alrededor de él, dividiéndolo y organizándolo en cortes consecutivos de la imagen; la resolución mejorada y la eliminación de la superposición de las estructuras son las ventajas principales de la tomografía computarizada, estas también son la razón de que se puedan observar lesiones que en la radiología no son detectadas (Kane, 2010; Baxter, 2020).

Las imágenes se producen en medida que el miembro se encuentra en un túnel circular, dentro de su carcasa se encuentra un tubo de rayos X encargado de emitirlos mientras rodea la porción del paciente que se encuentra dentro. Una matriz de detectores opuesta al tubo de rayos X, mide los rayos que atraviesan los tejidos y a partir de estos datos se construyen imágenes transversales generadas por computadora, el número de cortes por revolución depende del número de detectores que tenga (Kane, 2010; Baxter, 2020; Ross y Dyson, 2011).

Esta técnica es excelente para la evaluación de tejido óseo, los huesos son observados de un blanco intenso, mientras el gas se visualiza negro, exactamente igual que en la radiología. Los tejidos blandos tienen una tonalidad gris (opacidad intermedia), según la calibración de la atenuación de los rayos X, por esta razón

es más fácil observar los tejidos blandos bajo esta técnica, en comparación con la radiología (Baxter, 2020; Getman y *et al*, 2011; Vallance y *et al*, 2011).

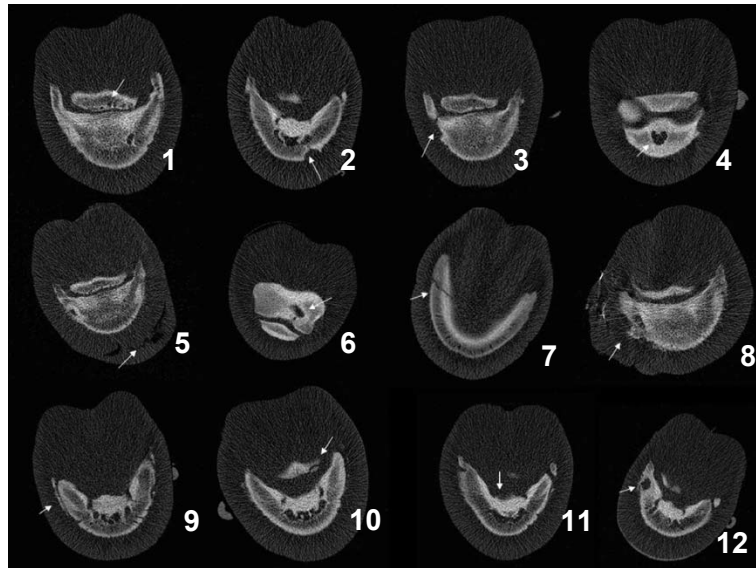


Figura 62. Aplicación clínica de la TC; las flechas blancas muestran lo siguiente: 1) Invaginaciones sinoviales aumentadas de tamaño; 2) pérdida del contorno de la falange distal (F3), por la presencia de un keratoma; 3) Línea de fractura del proceso palmar; 4) lesión quística de F3; 5) Enfermedad de la línea blanca; 6) Quiste óseo de F2; 7) Fractura del proceso palmar de F3; 8) Osteólisis y hueso de neoformación después de la presencia de un absceso subsolar; 9) Hueso de neoformación en el proceso palmar, 10) Fragmentación del hueso navicular, 11) Modelado óseo en la inserción del TFDP; 12) Lesión quística en F3 (Modificado de Desbrosse y *et al*, 2008).

Uso ortopédico

El ejemplo clásico es la tomografía de una fractura para realizar su osteosíntesis de forma exitosa, al evitar la superposición permite evaluar todas las líneas de fractura, incluso en una fractura conminuta. También como se mencionó anteriormente es de gran ayuda, porque se pueden encontrar lesiones que en la radiología no son observadas y conocer las dimensiones de las mismas; se visualizan lesiones en las siguientes estructuras: hueso navicular, ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal (AID), ligamentos del hueso navicular, hueso subcondral, la pared del casco y el resto de las estructuras dentro del mismo. Los hallazgos clásicos de la radiología como lo son los osteofitos

periarticulares, la esclerosis y la reducción del espacio articular, también se pueden detectar bajo esta técnica y con mayor precisión (Fig. 62) (Baxter, 2020; Desbrosse y *et al*, 2008; Getman y *et al*, 2011).

Tomografía computarizada contrastada

El contraste yodado es comúnmente usado en la TC para detectar lesiones que no fueron identificadas sin el mismo o para obtener información adicional, el contraste se puede administrar de forma sistémica por vía intravenosa o intrasínovial, pero por la alta dosis que se requiere se ha desarrollado una técnica arterial periférica. Esta técnica es utilizada para la evaluación de lesiones en tendones y ligamentos, la evaluación de la inflamación local o sepsis y la evaluación de la perfusión en caballos con laminitis (Baxter, 2020; Vallance y *et al*, 2011).

Tomografía por emisión de positrones (PET)

El PET es similar a una gammagrafía, pero no existe la superposición y tiene una resolución espacial más alta, se pueden utilizar distintos trazadores radioactivos (metabolito+radionúclido, que emiten positrones), cuanto mayor sea utilizado esta sustancia metabólica (ej. Glucosa) mayor será la captación en el área, proporcionando información no solo de lesiones óseas, sino también de los tejidos tisulares. Actualmente la principal aplicación en equinos es el uso de fluoruro de sodio ¹⁸F, para detectar áreas de remodelación ósea de forma temprana; permite diferenciar entre procesos activos e inactivos. Otro radiotrazador empleado es la fluorodesoxiglucosa utilizado para obtener imágenes oncológicas o que proveen información sobre la inflamación, esto podría ser de ayuda para cuantificar y controlar el nivel de inflamación presente en las láminas del casco durante la laminitis (Fig. 63) (Baxter, 2020; Kocak, 2019; Sánchez y Fraile, 2010).

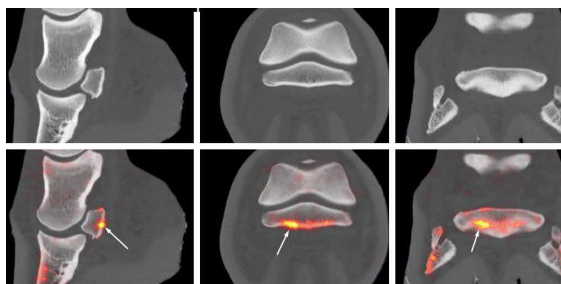


Figura 63. PET del hueso navicular de un caballo Warmblood de 10 años de edad con claudicación localizada en el casco. Medial se encuentra a la izquierda, no se observan anomalías, pero hay una marcada captación focal en la corteza flexora del hueso navicular, lo cual indica que hay remodelación ósea aguda (Modificado de Baxter, 2020).

5.6 Gammagrafía

La gammagrafía se basa en la distribución de un radiofármaco en el cuerpo, comúnmente se emplea un radiotrazador, que es el tecnecio-99 marcado con un metabolito farmacéutico para que se una a un tejido diana en específico, este radiofármaco se desintegra al emitir un rayo gamma. Un rayo gamma es idéntico a un rayo X, excepto que se origina en el núcleo de un átomo inestable, justo cuando el átomo se esfuerza por alcanzar un estado estable. Este método diagnóstico tiene gran sensibilidad para detectar lesiones óseas de forma temprana, pueden ser identificadas de las 12 a las 24 horas después de ocurridas. A diferencia de las demás técnicas la gammagrafía tiene una pobre definición anatómica, es una representación gráfica de una función fisiológica y no brindará un diagnóstico definitivo (Baxter, 2020; Ysusi, 2012; Biggi, 2020; Archer y *et al*, 2007; Quiney, 2020).

Se puede considerar una técnica de emisión de imágenes, porque las imágenes son producidas por los rayos gamma captados por la cámara gamma, que son emitidos por el tecnecio-99m durante su desintegración radiactiva, mientras la radiología es considerada una técnica de transmisión de imágenes porque los rayos X que producen la imagen se transmiten a través del paciente (Baxter, 2020; Biggi, 2020; Archer y *et al*, 2007; Quiney, 2020).

Existen varios tejidos que pueden ser marcados, por ejemplo, los glóbulos rojos para la evaluación de los compartimentos sanguíneos circulantes, la

administración venosa de pertecnetato también es otra técnica que se utiliza para evaluar la perfusión en los tejidos blandos de la extremidad distal de los miembros. Es importante tener en cuenta que la captación de radiofármaco en un área no necesariamente va a indicar que es el origen de la claudicación o que esa captación va acompañada de dolor, puede o no ser indicativo de un hallazgo patológico, por esta razón es importante acompañarla de un buen examen de locomoción, analgesia diagnóstica y otras técnicas de imagen (Baxter, 2020; Biggi, 2020; Archer y *et al*, 2007; Quiney, 2020).

Los radiomarcadores más utilizados en caballos son los polifosfonatos, que tienen afinidad por la Ca-hidroxiapatita del hueso. Las imágenes tomadas entre las 2 y 4 horas son una representación del patrón de captación en los huesos. Se observa un patrón normal en huesos sin cambios patológicos, mientras en huesos con lesión se observa un patrón anormal con aumento o disminución del flujo sanguíneo o aumento de la actividad osteoblástica. Se administran por vía endovenosa, oxidronato o metilendifosfonato a una dosis de 0-35mCi/Kg o 12.95 MBq/Kg de peso (Baxter, 2020; Biggi, 2020).

La dosis de T-99 se puede ajustar según la edad, es decir aumenta aproximadamente un 10% en caballos de edad avanzada y disminuye aproximadamente 10% en caballos jóvenes, debido a la diferencia en la actividad metabólica del tejido óseo (Baxter, 2020).

En medicina nuclear la evaluación del sistema músculo esquelético consta de 3 fases:

- Fase 1- Es conocida como de flujo sanguíneo o vascular, que representa el radiotrazador en los vasos sanguíneos antes de su difusión al líquido extracelular; esta fase dura 1-2 minutos después de la inyección. Se adquieren múltiples imágenes durante los primeros minutos, esta fase es usada para comparar el flujo sanguíneo de las extremidades distales.
- Fase 2- Es conocida como la fase de acumulación o de tejidos blandos, representa la distribución del radiofármaco en el líquido extracelular y se

visualiza de los 3 a los 10 minutos posteriores a la inyección, esta fase se utiliza para evaluar el flujo sanguíneo de los tejidos blandos; se observa un aumento de señal con hiperemia, debido a edema e inflamación. Esta fase se utiliza en las extremidades distales y se ha asociado con enfermedad navicular, inflamación de las articulaciones, tendinopatías y desmopatías. La captación ósea temprana e intensa del radiofármaco en ocasiones puede ser observada a los 5 minutos de la inyección, especialmente en casos como fracturas o procesos infecciosos, esto puede hacer que la evaluación de tejidos blandos bajo esta técnica sea difícil, se puede usar pertecnetato sin marcador para observarlos.

- Fase 3.- Es conocida como fase retardada ósea, se produce varias horas después, cuando aproximadamente el 50% de radiotrazador se ha adherido al hueso. El resto del marcador se excreta por los riñones en las primeras 1-2 eyecciones de orina posteriores a la inyección; el caballo debe permanecer en su caballeriza las siguientes 24 horas hasta que sea eliminado por completo el material radioactivo a través de la orina. El aumento de captación en las articulaciones o cerca de ella durante esta fase, se ha relacionado con la presencia de osteoartritis, artritis séptica, esclerosis ósea periarticular; etc.

(Baxter, 2020; Ysusi, 2012; Biggi, 2020).

Existen diferentes maneras de obtener las tomas; lateral, dorsal y palmar del casco, en algunas instituciones la sala de medicina nuclear tiene un hoyo en el piso, donde se baja la cámara gamma para centrarla en el miembro distal. Se utiliza una técnica de corrección de movimiento, ya que el caballo se encuentra sedado de pie (Fig. 64) (Baxter, 2020; Biggi, 2020).

También se pueden colocar ambos cascos en una caja de madera de 25cm de altura, si no se cuenta con dicho hoyo, la parte superior de la caja debe ser lo suficientemente fuerte (3,75cm), la cámara gamma se baja para obtener las vistas; otra opción es tener una rampa, pero en esta es más probable que el caballo se mueva durante el estudio (Baxter, 2020).

La vista solar se obtiene mejor estirando el miembro cranealmente y colocándolo en la cara de la cámara que se encuentra protegida con una cubierta de plexiglás, se ha demostrado que esta vista es más sensible para la evaluación del hueso navicular. Cuando se van a evaluar los miembros pélvicos se estira la extremidad caudalmente y se coloca el casco en una caja de madera, colocando la cámara detrás de él; es menos frecuente la realización de esta toma (Fig. 65) (Baxter, 2020).



Figura 64. Cámara gamma colocada en un pozo en el piso, para la obtención de la vista dorsal de ambas extremidades distales torácicas. El blindaje de plomo es utilizado para bloquear las extremidades posteriores (Modificado de Baxter, 2020).



Figura 65. Posición para obtener la vista solar del casco (Modificado de Baxter, 2020).

En la vista lateral un caballo sano tiene una absorción similar en la articulación interfalángica distal (AID), la cuartilla y el menudillo. El hueso navicular no debe

observarse como una entidad distinta, debido a una captación homogénea con la falange distal (Fig. 66) (Baxter, 2020).

La vista dorsal es útil para observar estructuras ipsilaterales en la misma imagen; la vista solar de un caballo sano tiene un patrón de captación muy uniforme con menos del 10% de cambio entre las estructuras del casco. Se pueden observar aumentos leves de la captación en la inserción del tendón flexor digital profundo o en el aspecto medial y lateral de la falange distal secundarios a la conformación del casco (Fig. 67) (Baxter, 2020).



Figura 66. Vista lateral durante la fase retardada de un caballo sano, en la que se observa la captación homogénea entre el menudillo, la cuartilla y la AID (Tomado de Baxter, 2020).



Figura 67. Vista solar durante la fase retardada de un caballo sano, en la que se puede observar la captación homogénea, sin la distinción de ninguna estructura (Tomado de Baxter, 2020).

Quiney y sus colaboradores (2018), realizaron un estudio para determinar el grado de confiabilidad de la gammagrafía para detectar lesiones con ayuda de la

resonancia magnética y se determinó que no cumple con el nivel mínimo de confiabilidad para una prueba diagnóstica, pero es confiable para la identificación de traumatismos óseos en la falange distal y en los cartílagos ungulares; estas dos técnicas podrían ser complementarias (Quiney y *et al*, 2018; Dyson y Murray, 2007).

5.7 Artroscopia de la falange distal

En la artroscopia diagnóstica y terapéutica de la articulación interfalángica distal (AID), se pueden evaluar los compartimentos dorsal y palmar/plantar de la misma, sin embargo, el espacio en esta articulación es reducido y el campo de visión es menos panorámico en comparación con el de otras articulaciones más grandes (McIlwraith y *et al*, 2015; Boening, 2002).

La evaluación es uniplanar y se realiza principalmente mediante el movimiento lateral y la rotación del artroscopio, utilizando el ángulo del lente. Además la distensión de la articulación está limitada por los tendones y los ligamentos adyacentes, estos tejidos también restringen el acceso y la movilidad del artroscopio (McIlwraith y *et al*, 2015; Boening, 2002).

Con el uso de otras técnicas imagenológicas como la resonancia magnética y la tomografía computarizada, los requisitos de la artroscopia como herramienta diagnóstica han disminuido, actualmente tiene un papel más importante en el tratamiento de las articulaciones. Está indicada en las siguientes condiciones: eliminación de fragmentos del proceso extensor de la falange distal, fijación de fragmentos grandes, remoción de fragmentos del margen distal de la falange media, curetaje de quistes subcondrales, reducción de fracturas parasagitales de la falange distal, artrodesis de la AID, diagnóstico y tratamiento de avulsión de la cápsula articular o de los ligamentos colaterales, tratamiento de artritis séptica; etc (McIlwraith y *et al*, 2015; Boening, 2002; Braake, 2005; Story y Bramlage, 2004).

Abordaje del receso dorsal de la AID

Colocación y preparación

Se puede realizar con el caballo en decúbito dorsal o lateral bajo anestesia general, pero se recomienda realizarlo en dorsal. La extensión articular facilita este abordaje; si solo se va a realizar la artroscopia del compartimento dorsal, la extremidad se puede fijar en una posición extendida, pero si se desea realizar también el abordaje palmar/plantar la extremidad puede flexionarse mediante la presión caudal sobre el carpo o dejarse colgar pasivamente y extenderse o flexionarse según se desee, pero con esta última será necesaria la ayuda de un asistente (McIlwraith y *et al*, 2015; Boening, 2002; Auer, 2014; Story y Bramlage, 2004).

Los portales artroscópicos se encuentran cercanos al casco, por esto es importante limpiar a fondo la región, realizar recorte del casco y dejarlo remojando en una solución yodada durante la noche. En la cirugía se crea una barrera impermeable adicional colocando el casco dentro de un guante quirúrgico, dejando la banda coronaria como una marca, el guante se puede pegar al casco para crear un sellado hermético; después de la preparación quirúrgica del casco se crea una barrera estéril adicional colocando una venda elástica sobre el guante antes mencionado. Posteriormente se colocan campos impermeables estériles (McIlwraith y *et al*, 2015; Story y Bramlage, 2004).

Técnica artroscópica

Los márgenes abaxiales del tendón extensor digital común o largo (TEDC/L) son puntos de referencia para la entrada del artroscopio, estos son palpados antes de distender la articulación. La articulación se distiende al máximo para facilitar la ubicación del portal y la entrada de la cánula artroscópica, su artrocentesis es realizada en la zona dorsal o compartimento palmar/plantar (McIlwraith y *et al*, 2015; Boening, 2002; Busschers y Richardson, 2006; Story y Bramlage, 2004).

Se realiza una incisión de 5mm en la piel con una hoja de bisturí del número 11 o 15 en el margen abaxial del TFDP/L, esta debe ubicarse proximal a la protuberancia bulbosa del compartimento dorsal, para facilitar la movilidad y la evaluación dentro de la articulación; en caballos adultos comúnmente se

encuentra 2-3cm proximal a la banda coronaria y abaxial a la línea media sagital (McIlwraith y *et al*, 2015; Boening, 2002, Auer, 2014; Story y Bramlage, 2004).

Una vez que se ha realizado dicha incisión, se empuja la hoja del bisturí en una sola intención a través de la cápsula articular y se introduce la cánula artroscópica con ayuda de un obturador cónico. Primero se pasa la piel perpendicularmente usando el pulgar de la mano que no se está ocupando como puente de fricción, una vez que se ha ingresado a la articulación la mano se baja para empujar el sleeve y el obturador debajo del TFDP/L, sobre los cóndilos de la falange media hasta el lado contralateral de la articulación (McIlwraith y *et al*, 2015; Boening, 2002; Story y Bramlage, 2004).

El obturador puede ser reemplazado por el artroscopio, la cámara y la línea de entrada de fluido. Para la mayoría de los procedimientos, el portal para introducir el instrumento más útil, se hace en una ubicación similar al portal artroscópico pero en el lado contralateral, es decir al otro lado del TFDP/L (Fig. 68). La introducción de una sonda artroscópica para elevar la cápsula y su sinovia, ayuda a la elevación artroscópica de la articulación (McIlwraith y *et al*, 2015; Story y Bramlage, 2004).

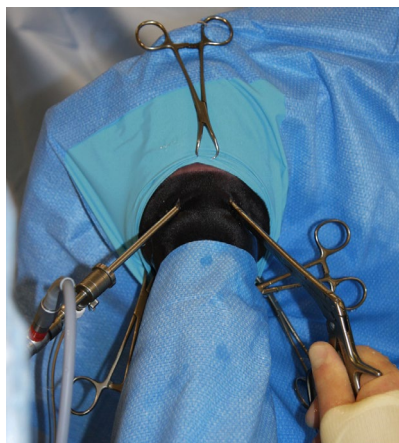


Figura 68. Abordaje del receso dorsal de la AID (Tomado de McIlwraith y *et al*, 2015).

Aproximadamente el 30% de la articulación es visible en este abordaje, la principal referencia anatómica es el proceso extensor de la falange distal. Las vellosidades de la membrana sinovial sobrepasan el borde dorsal de la falange distal, pero

puede elevarse para evaluar la apófisis extensora y la concavidad adyacente de la falange media (McIlwraith y *et al*, 2015).

La elevación del tejido sinovial comúnmente es realizada al iniciar la mayoría de los exámenes diagnósticos de la AID, para mejorar la visualización de la superficie articular. Debajo de la membrana sinovial vellosa se encuentra un receso distal de la articulación, al cual se insertan la cápsula articular y el TEDC en la superficie dorsal de la falange distal. Al mover el artroscopio hacia medial o lateral, mientras se eleva la cápsula articular y se gira el lente, se pueden observar el borde articular dorsal de la falange; en los márgenes medial y lateral se encuentran los pliegues sinoviales cuyo grado de desarrollo puede variar entre individuos (McIlwraith y *et al*, 2015)

Si se retira ligeramente el artroscopio y angula hacia palmar/plantar, se puede evaluar la superficie articular dorsal distal de la falange media. El receso proximal de la articulación esta tapizado por vellosidades sinoviales delgadas en su aspecto dorsal y palmar/plantar (Fig. 69) (McIlwraith y *et al*, 2015).

Artroscopia del receso palmar/plantar de la AID

Colocación y preparación

El caballo se coloca en decúbito dorsal o lateral bajo anestesia general, aunque se recomienda el decúbito dorsal, para que los instrumentos necesarios se puedan ingresar por un portal contralateral; la preparación del miembro es como se describió en el abordaje dorsal. Los puntos de referencia en este abordaje son los márgenes medial y lateral de la falange media, el margen proximal de los cartílagos ungulares y el paquete neurovascular digital palmar/plantar. La articulación se distiende al máximo, desde el receso dorsal como se describió anteriormente (McIlwraith y *et al*, 2015; Boening, 2002; Fowlie y *et al*, 2011; Busschers y Richardson, 2006).

Técnica artroscópica

Se realiza una incisión sobre la piel de 5mm sobre la porción palmaroproximal de la articulación; proximal al sesamoideo distal, axial y palmar al cartílago ungular y abaxial al TFDP y la vaina digital; al nivel del borde proximal del cartílago ungular; antes de ingresar a la articulación en una sola intención con una hoja de bisturí del número 11 (McIlwraith y *et al*, 2015; Busschers y Richardson, 2006).

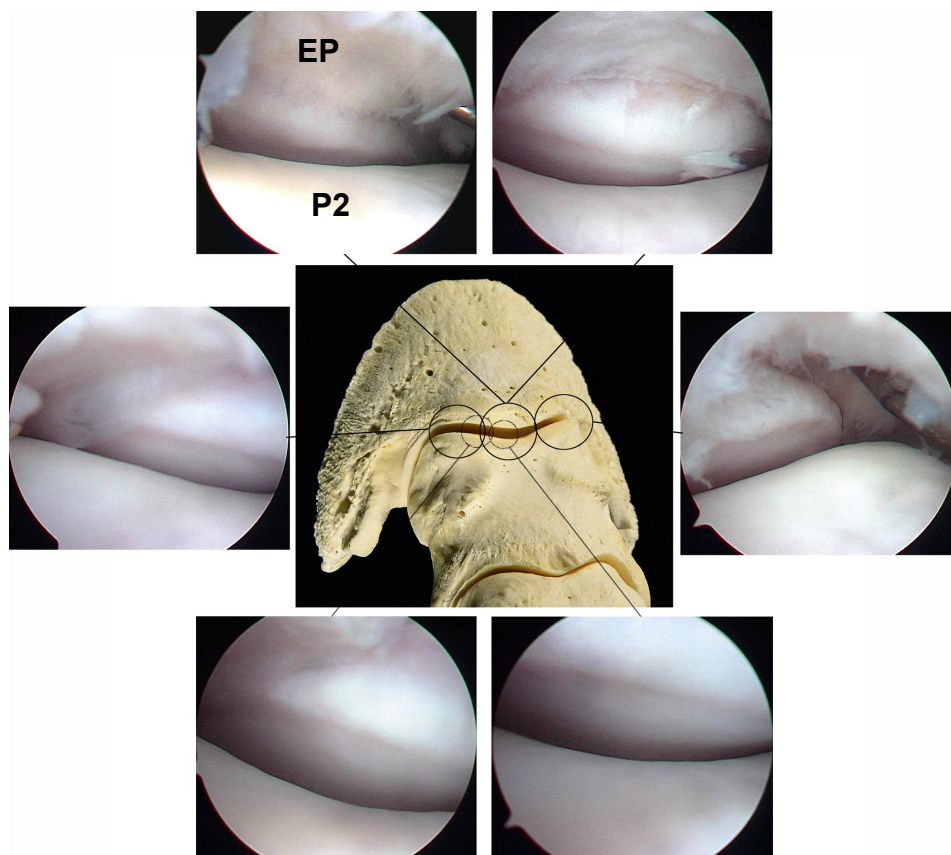


Figura 69. Artroscopia diagnóstica del receso dorsal de la AID. El artroscopio se ha insertado en la posición que se muestra en la figura anterior. Las fotografías inferiores muestran porciones más profundas de la superficie articular con el miembro extendido. Proceso extensor (EP), falange media (P2). (Modificado de McIlwraith y *et al*, 2015).

Se introduce la cánula artroscópica con ayuda de un obturador cónico, primero perpendicular a la extremidad y posteriormente se dirige axial y distalmente endirección al lado contralateral de la articulación, después se sustituye el obturador por el artroscopio. Hay una resistencia mínima, se utiliza el pulgar de la mano que no se está usando para crear fricción y tener más control. También se

puede crear un portal más palmar o plantar, que sirve para ingresar directamente a la bursa del navicular y evaluar caballos con heridas penetrantes, infecciones concurrentes de la bursa del navicular y de la AID (McIlwraith y *et al*, 2015; Boening, 2002; Busschers y Richardson, 2006).

El portal para los instrumentos se hace en la misma posición, pero del lado contralateral, se puede insertar primero una aguja para checar que están en la posición adecuada (Fig. 70) (McIlwraith y *et al*, 2015; Boening, 2002; Busschers y Richardson, 2006).



Figura 70. Artroscopia del receso palmar/plantar de la AID (Tomado de McIlwraith y *et al*, 2015).

La visualización se limita al borde proximal del hueso navicular y los cóndilos de la falange media, que pueden exponerse al flexionar y extender la articulación (Fig. 71) (McIlwraith y *et al*, 2015).

Se ha descrito un abordaje lateral/medial, ya que con la técnica antes descrita existe la posibilidad de entrar a la vaina digital o la bursa navicular y causar una iatrogenia (Fig. 72) (Fowlie y *et al*, 2011). También se ha descrito un abordaje transtecal, que permite una mejor visualización de la articulación, pero está contraindicada en casos de artritis séptica o sospechosos de la misma, por la comunicación con la vaina digital (Martinez y *et al*, 2015; McIlwraith y *et al*, 2015).

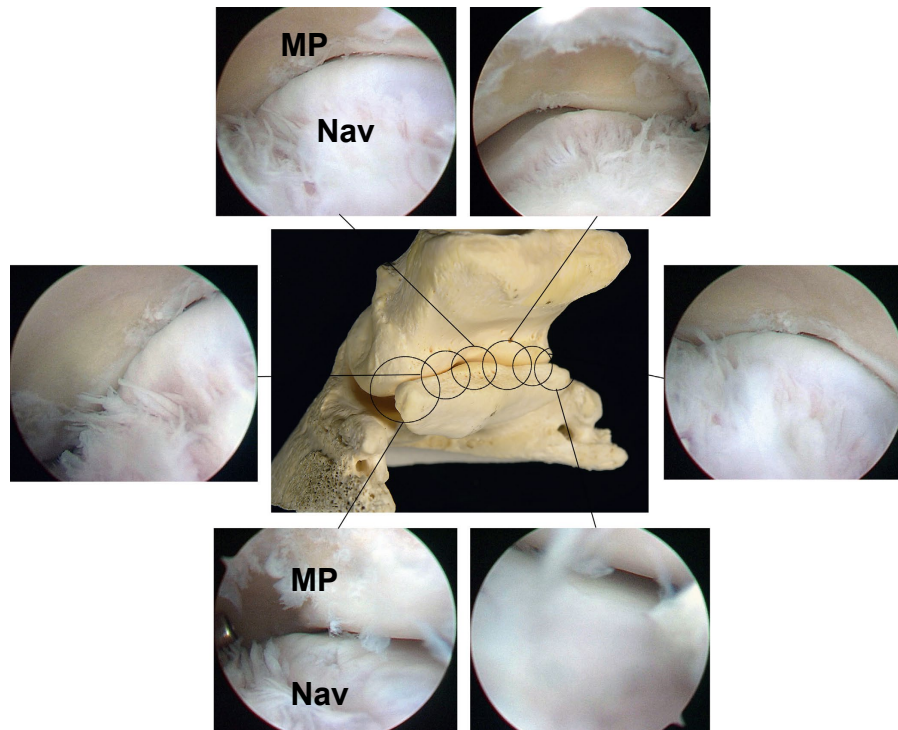


Figura 71. Artroscopia diagnóstica del receso palmar/plantar de la AID. Hueso navicular (Nav), falange media (MP) (Tomado de McIlwraith y *et al*, 2015).



Figura 72. Representación de la posición del artroscopio para el abordaje lateral de la AID en un espec men (Tomado de Fowlie y *et al*, 2011)

6. Patologías óseas del hueso navicular

6.1 Síndrome Podotroclear

Definición, etiopatogenia y epidemiología

La enfermedad o síndrome navicular es una de las causas de claudicación más comunes en caballos de todas las edades, en un rango de 4 a 15 años. Se considera que corresponde a un tercio de todas las patologías crónicas de los miembros torácicos en las razas cuarto de milla, pura sangre inglés y warmblood, mientras que en ponis y caballos árabes tiene poca incidencia. Se presenta con mayor frecuencia en los miembros torácicos, en comparación con los pélvicos (Baxter, 2011; Dyson y *et al*, 2010; Butler, 2017; Dyson y Ross, 2011; Belknap, 2010).

Las dos teorías propuestas de la etiología de esta enfermedad son las siguientes: compromiso vascular del hueso navicular y anomalías biomecánicas que originan la degeneración tisular de esta estructura, la primera ha sido rechazada ya que la enfermedad navicular no se ha reproducido experimentalmente (Baxter, 2011; Dyson y *et al*, 2010).

1. **Compromiso vascular del hueso navicular:** esta teoría habla de la trombosis de las arterias naviculares, la oclusión parcial o total de las arterias digitales al nivel de la cuartilla y el menudillo. Se creía que la falta de sangre arterial en la porción distal del miembro (ateroesclerosis) resultaba en isquemia del hueso navicular; sin embargo, esta teoría se ha intentado reproducir de forma experimental y no ha sido posible obtener los cambios deseados, incluso en caballos con este síndrome se ha observado un incremento en la vascularización. Por esta razón, actualmente se cree que este síndrome está relacionado con cambios biomecánicos que afectan la estructura del hueso navicular y los tejidos blandos involucrados en el área (Baxter, 2011; Dyson y *et al*, 2010; Sampson y *et al*, 2009).

2. **Cambios biomecánicos:** El hueso navicular (sesamoideo distal) por su posición anatómica recibe importantes cargas de peso, sobre todo durante la etapa de propulsión de la zancada, en este momento ocurre la extensión de la articulación interfalángica distal (AID), aumenta la presión sobre tendón flexor digital profundo (TFDP) y sobre la superficie palmar del hueso navicular, hay un aumento del contacto entre el navicular y la falange media y los colaterales del sesamoideo distal se tensan. Cuando hay variaciones anatómicas que modifican la biomecánica del miembro del caballo, como la conformación del casco, estas cargas incrementan (Dyson y *et al*, 2010; Ross y Dyson, 2011; Sampson y *et al*, 2009; Holroyd y *et al*, 2013).

A continuación, serán mencionados los cambios conformacionales capaces de incrementar la carga y estrés en el área; desbalance del casco (caballos largos de pinzas y bajos de talones, con rotura del eje podofalángico hacia palmar, talones colapsados), malos aplomos, patrones de marcha anormales, sobrepeso y realizar ejercicio en superficies duras. Todos estos causan cambios anatómicos, causados por fuerzas excesivas y repetitivas en el hueso navicular, el TFDP es un contribuyente importante en este estrés, por esta razón una de las indicaciones terapéuticas es dar soporte de los talones para reducir el contacto del TFDP con el hueso navicular (Baxter, 2011; Dyson y *et al*, 2010; Dyson y Ross, 2011; Caldwell, 2017; Holroyd y *et al*, 2013). También se ha observado predisposición en caballos jóvenes que presentan una posición inusual del hueso navicular, más acercado a la falange distal, este defecto es congénito (Dyson y *et al*, 2010).

Se ha observado una relación hereditaria con respecto a la conformación y a la forma de los naviculares en potros, el borde proximal del hueso navicular ha sido utilizado para determinar la heredabilidad de esta patología, se ha observado que aquellos caballos que tienen el borde proximal ondulado o cóncavo están más predispuestos a presentar enfermedad navicular. Los caballos de tiro finlandeses y los frisones tienden a tener el borde articular proximal del hueso recto o convexo, y raramente desarrollan este síndrome (Dyson y *et al*, 2010; Baxter, 2011; Ross y Dyson, 2011; Dik y *et al*, 2010).

Existe inconformidad con el término “enfermedad navicular”, ya que esta condición involucra también lesiones en los tejidos blandos adyacentes, por esta razón muchos clínicos prefieren usar el término “síndrome navicular”. Enfermedad navicular se utiliza cuando el dolor es únicamente resultado de una degeneración en el hueso, cuando se sabe que los tejidos blandos están involucrados o no se conoce el origen del dolor se utiliza síndrome navicular o dolor en los talones, en realidad se trata de una afección multifactorial (Baxter, 2011; Dyson y *et al*, 2010; Ross y Dyson, 2011). Butler (2010) menciona que serán diagnosticados con síndrome navicular todos aquellos caballos que no hayan mostrado alivio y desaparición de la claudicación tras haber realizado el herraje correctivo, y que hayan sido diferenciados de otras causas de dolor en los talones (Butler, 2011).

Los tejidos blandos que se pueden ver afectados son: los ligamentos colaterales del sesamoideo distal (LCSD), el ligamento impar del sesamoideo distal (LISD), la bursa del navicular y el tendón flexor digital profundo (TFDP). El síndrome se caracteriza por cambios degenerativos en el hueso navicular, en su composición y en la función mecánica del cartílago, el hueso subcondral y los tejidos blandos antes mencionados (Baxter, 2011; Dyson y *et al*, 2010; Butler, 2017; Ross y Dyson, 2011; Dik y *et al*, 2010).

A continuación, serán enlistados los cambios que pueden estar presentes en un caballo con síndrome navicular:

1. Anormalidades en el hueso navicular, confirmadas bajo imagenología.
2. Desmitis del aparato podotroclear.
3. Desmitis del LISD.
4. Desmitis del ligamento anular.
5. Tendinitis del TFDP: generalmente en 3 lugares: la inserción, palmar al hueso navicular y proximal al hueso navicular.
6. Desmitis de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal.
7. Bursitis de la bursa del navicular.
8. Sinovitis/capsulitis/osteoartritis de la articulación interfalángica distal.

9. Desbalance primario del casco.

10. Distorsión la cápsula del casco y/o los talones (Baxter, 2011; Dyson y *et al*, 2010; Ross y Dyson, 2011).

La ubicación del hueso navicular entre las falanges y el TFDP, ayuda a amortiguar y distribuir las cargas de peso y fuerza. Se ha estimado que la fuerza que se puede ejercer al hueso navicular durante el paso es de 0.67x el peso corporal y durante el trote es de 0.77x el peso corporal; sin embargo, hay que tener en cuenta que los factores antes mencionados aumentan la carga sobre el hueso navicular, existen cambios conformacionales leves que no suponen un aumento considerable de esta carga y únicamente causan remodelación del hueso, sin presencia de una claudicación asociada (Baxter, 2011).

El síndrome navicular al ser considerado un proceso degenerativo se encuentra con mayor frecuencia en caballos adultos, los signos clínicos suelen hacerse evidentes entre los 7 y los 10 años, pero también se puede encontrar en caballos jóvenes, los caballos con partición congénita suelen presentar dolor entre los 2 y 3 años de edad (Baxter, 2011; Harcourt y *et al*, 2018).

Los caballos castrados son más afectados en comparación con las yeguas y los sementales; esto puede estar relacionado con su función zootécnica. Las razas con mayor predisposición son: cuarto de millas, warmblood y pura sangre inglés; recientemente se ha especulado que hay una relación hereditaria en caballos warmblood holandeses y hannoverianos (Baxter, 2011; Dyson y *et al*, 2010; Ross y Dyson, 2011; Dik y *et al*, 2010). En cambio, existen razas con un bajo porcentaje de incidencia como el finlandés de tiro, el árabe y el frisón; los ponis presentan este síndrome con menor frecuencia en comparación con los caballos (Dyson y *et al*, 2010; Ross y Dyson, 2011).

Muchos de los cambios microscópicos observados en el síndrome navicular son parecidos a los que se encuentran en osteoartritis: degeneración focal, erosión del cartílago articular, esclerosis del hueso subcondral, edema, congestión y

presencia de fibrosis en la cavidad medular (Baxter, 2011; Dyson y *et al*, 2010; Ross y Dyson, 2011; Belknap, 2020).

Se han encontrado anomalías adicionales en la superficie flexora del hueso navicular de caballos con presencia de claudicación, entre las que se encuentran: adelgazamiento, presencia de grietas, pérdida de la capa de fibrocartílago y necrosis del hueso subcondral (Figura 73) (Baxter, 2011).

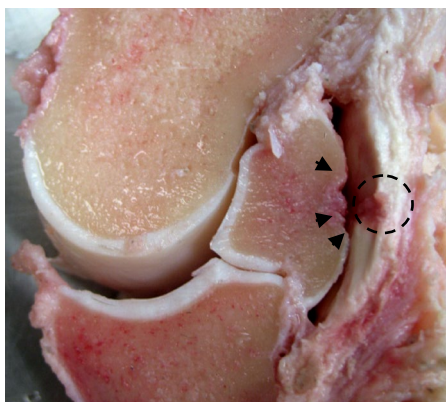


Figura 73. Fotografía post-mortem en la que puede observar la erosión del fibrocartílago de la superficie flexora del hueso navicular (cabezas de flecha) y la fibrilación del área de contacto del TFDP con la misma (círculo) (Modificado de Baxter, 2011).

Con el uso de la microscopía de barrido se ha logrado observar que hay presencia de abrasiones dorsales de las fibras del TFDP y adhesión del mismo a la superficie flexora del hueso navicular. La erosión del fibrocartílago del hueso, junto con la fibrilación del tendón favorecen la presencia de adherencias (Fig. 74). En otros estudios se ha podido observar presencia escisiones superficiales o profundas, oblicuas o sagitales en el TFDP (las lesiones sagitales se presentan en caballos con presencia de claudicación), erosiones de la superficie dorsal, metaplasia fibrocartilaginosa focal y fibroplasia, pero la presencia de lesiones concéntricas verdaderas fue poco común, al igual que la presencia de un proceso inflamatorio agudo en el tendón (Baxter, 2011; Dyson y *et al*, 2010; Butler, 2017; Ross y Dyson, 2011).

Las lesiones superficiales en la porción dorsal del tendón no se encuentran asociadas a una claudicación, en cambio aquellos desgarres profundos son

encontrados en caballos que si la presentan. Los hallazgos microscópicos más comunes son: la metaplasia fibrocartilaginosa focal, la degeneración de colágeno y la fibroplasia (Baxter, 2011).

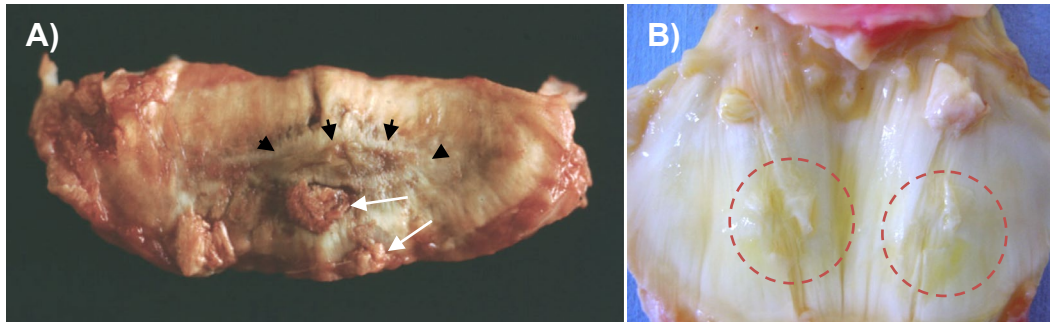


Figura 74. A) Fotografía *post mortem* del hueso navicular anterior izquierdo de un caballo con síndrome navicular crónico, en la cual se puede apreciar pérdida del fibrocartilago de la superficie flexora del hueso con exposición del hueso subcondral (cabezas de flecha negras) y adherencias centrales y distales del TFDP (flechas blancas). B) Fotografía *post mortem* del TFDP de otro caballo, donde se observa fibrilación del aspecto dorsal (círculos) (Modificado de Dyson y *et al*, 2010).

En el síndrome navicular por lo general el dolor corresponde a más de un sitio. Los caballos con este síndrome presentan una insuficiencia en el drenaje venoso y presentan una presión intramedular de 50mmHg, estas dos pueden ser las causantes del dolor óseo. La tendinitis del TFDP es igual de dolorosa que cualquier otra, también se han identificado nociceptores en las zonas de inserción a la falange distal de los tejidos blandos que rodean esta articulación (Baxter, 2011).

Diagnóstico

Signos clínicos

Los caballos con síndrome navicular generalmente presentan una claudicación unilateral o bilateral de 2-3/5 de acuerdo con la AEEP en miembros torácicos progresiva y crónica, que puede tener un inicio insidioso o agudo. Los propietarios pueden referir una baja de rendimiento, acortamiento del paso, rigidez, disminución de la acción, rehuso a girar y aumento de la claudicación en

superficies duras, en ocasiones estos cambios no son evidentes a la vista si no conocemos al caballo y suelen ser más perceptibles para el jinete que está familiarizado con el patrón de marcha normal de su caballo (Baxter, 2011; Dyson y *et al*, 2010; Ross y Dyson, 2011; Belknap, 2020).

Algunos clínicos aseguran que el grado de la claudicación incrementa proporcionalmente a la cronicidad, pero en estudios recientes se ha observado que caballos con menos de 6 meses la claudicación era grado 3/5, mientras aquellos con más de 6 meses presentaron una claudicación grado 2/5; pero la severidad puede estar relacionada con la causa primaria (Baxter, 2011). Ross y Dyson (2011) mencionan que la claudicación puede ser variable dentro de un examen del aparato locomotor, entre examen y examen, entre diferentes superficies y al realizar diferentes ejercicios (Ross y Dyson, 2011).

Cuando un caballo muestra dolor en reposo porque está cursando con síndrome navicular, generalmente apunta con uno de sus miembros torácicos y cambia de peso continuamente (Ross y Dyson, 2011).

El síndrome navicular ha sido descrito como dolor en los talones que es positivo al bloqueo digitalpalmar, con presencia o ausencia de signos radiográficos asociados, aunque como se mencionó anteriormente también puede presentarse una claudicación unilateral, especialmente cuando existen lesiones que involucran la superficie flexora del hueso navicular o el TFDP, sin embargo, cuando se observan caballos con esta claudicación no debemos sospechar en primera instancia de síndrome navicular (Baxter, 2011).

Pero estos caballos en primera instancia suelen ser detectados con una claudicación unilateral que se exacerba en el trote en línea recta y al trabajar en círculos (la claudicación se marca en el miembro interno y aumenta entre más pequeño es el círculo, incluso el caballo puede desviar su cabeza hacia afuera para disminuir el peso en el miembro), pero cuando se da un círculo con el miembro aparentemente no afectado en el interior podemos observar que también hay presencia de dolor en este. También se ha descrito que al realizar el bloqueo

digital palmar del miembro aparentemente afectado, se puede desenmascarar la claudicación del miembro contrario y el caballo comenzará a claudicar de este (Baxter, 2011; Dyson y *et al*, 2010; Belknap, 2020).

La claudicación también se puede hacer evidente tras un descanso prolongado por otra lesión y al cambiar de propietario, que muchas veces va de la mano con el cambio de herraje y el cambio de la rutina de ejercicio (Ross y Dyson, 2011).

En ocasiones se puede observar asimetría de los músculos extensores y atrofia de los músculos asociados con la claudicación crónica del miembro (Baxter, 2011). Como se mencionó anteriormente estos caballos pueden tener cambios conformacionales primarios o secundarios en el casco, en los primarios se pueden encontrar talones bajos, colapsados y palmitiesos (relacionado con un desbalance dorsopalmar) en caballos pura sangre inglés (Fig. 75), cascos altos y estrechos en caballos Warmblood, y cascos pequeños con relación a su tamaño en caballos cuartos de milla. Pero resulta más frecuente que se desarrollen secundarias a una claudicación crónica, los problemas más comunes que podemos observar en caballos con síndrome navicular son: talones bajos, contraídos o colapsados, desbalance mediolateral y pinza larga. Los desbalances dorsopalmes como la rotura del eje podofalángico hacia palmar, también son considerados un factor predisponente, en un estudio se determinó que el 71% de los caballos con síndrome navicular presentan la rotura de dicho eje (Baxter, 2011; Dyson y *et al*, 2010; Ross y Dyson, 2011).



Figura 75. Fotografías laterales de 3 caballos con diferentes conformaciones y presencia de síndrome navicular (Dyson y *et al*, 2010).

A menudo uno de los cascos de los miembros torácicos es más pequeño, estrecho y erguido (talones largos) como resultado de su desuso; generalmente el miembro

con el casco más vertical es el que presenta una claudicación más severa; también se ha observado una ligera predisposición en caballos con deformaciones angulares (valgus o varus) en carpos y menudillos (Baxter, 2011).

Durante el trote o el paso los caballos suelen tropezar y aterrizan con la pinza, al trote adoptan una postura rígida y arrastran los cascos, esta marcha forzada suele ser confundida por los propietarios como rehusos a moverse asociado con dolor en el hombro (Baxter, 2011).

Aterrizan con la pinza del casco para disminuir la carga de peso en el hueso navicular, sin éxito, ya que se ha observado que este incremento de carga en el hueso navicular es originado por la contracción de TFDP. También se cree que existen patrones de marcha que incrementan la carga de peso, ya que al realizar el bloqueo digital palmar no hay disminución de la carga; estos patrones están relacionados con el aumento de la contracción del TFDP como resultado de la contracción del músculo que le da origen (Baxter, 2011, Dyson y *et al*, 2010; Ross y Dyson, 2011).

La palpación indirecta con pinzas para casco es considerada una prueba esencial para el diagnóstico de síndrome navicular, aunque es controversial su utilidad diagnóstica ya que aproximadamente el 50% de los caballos con esta patología tienen una respuesta negativa a la presión en la ranilla, pero la respuesta dolorosa a la palpación es compatible con síndrome navicular. Baxter ha descrito que la respuesta positiva está relacionada con cambios radiográficos evidentes en el hueso navicular o con hematomas por el aterrizaje incorrecto del casco. La respuesta negativa puede estar relacionada con una suela y ranilla demasiado duras (Baxter, 2011; Ross y Dyson, 2011; Belknap, 2020).

También se puede encontrar efusión de la articulación interfalángica distal, pero esto no resulta un signo clínico exclusivo, la efusión asimétrica puede estar relacionada con un problema secundario en la articulación. Muchos caballos pueden ser positivos a la prueba de flexión de la articulación, sin embargo, esta

prueba de flexión no es dirigida al hueso navicular en específico, por esto su importancia es cuestionable (Baxter, 2011; Ross y Dyson, 2011; Belknap, 2020).

Existen dos pruebas de cuña que se realizan, en la primera se coloca un bloque en los dos tercios palmares de la ranilla y se obliga al caballo a apoyar su peso en el miembro por 60 segundos, la segunda es la prueba de extensión en la cual el bloque se coloca en la pinza del casco y se mantiene apoyado el caballo por 60 segundos; ambas pruebas ejercen presión sobre el hueso navicular y de resultar positivas el dolor será correspondiente a la zona (Baxter, 2011; Ross y Dyson, 2011).

Analgesia regional

Se realiza el bloqueo digital palmar para saber que el dolor se localiza en la zona de los talones, hoy en día se sabe que este bloqueo no actúa únicamente en la zona palmar del casco, a continuación serán enlistadas todas las estructuras que son desensibilizadas al realizarlo: el hueso navicular, el aparato podotroclear (ligamentos colaterales del sesamoideo distal, el ligamento impar del sesamoideo distal, ligamento anular distal), la bursa del navicular, el tercio distal del TFDP, falange distal, falange media, articulación interfalángica distal, aspecto dorsal del casco y posiblemente la vaina del tendón. Por lo tanto, este bloqueo puede incluir una larga lista de patologías, únicamente nos ayuda a saber que el problema se encuentra dentro del casco (Baxter, 2011; Dyson y *et al*, 2010; Ross y Dyson, 2011; Belknap, 2020; Rijkenhuizen, 2006).

Se recomienda utilizar un volumen pequeño de anestésico (1.0ml) y realizar el bloqueo lo más distal y axial posible, para disminuir la probabilidad de difusión y aumentar su especificidad, sin embargo es inevitable desensibilizar otras estructuras. Del 80-100% de los caballos con síndrome navicular mejoran sustancialmente tras el bloqueo digital palmar, mientras la claudicación del miembro contralateral empeora o es desenmascarada si se había diagnosticado una claudicación unilateral (Baxter, 2011; Ross y Dyson, 2011; Belknap, 2020; Rijkenhuizen, 2006).

Anteriormente se realizaba la analgesia de la articulación interfalángica distal y de la bursa del navicular, ya que se creía que así se podía diferenciar el origen del dolor, pero actualmente sabemos que por la difusión del fármaco entre ambas estructuras anatómicas esto no es específico. La analgesia de la AID muestra mejoría en los caballos con síndrome navicular, sin embargo, no en el mismo porcentaje que el bloqueo digital palmar. No se debe administrar un volumen mayor de 5 a 6 ml y el caballo debe de ser evaluado dentro de los primeros 5 a 10 minutos después de realizada la desensibilización (Baxter, 2011; Ross y Dyson, 2011; Rijkenhuizen, 2006).

La analgesia de la bursa del navicular es probablemente la más específica para diagnosticar caballos con síndrome navicular, sin embargo no es la más utilizada, ya que se requiere fluoroscopia o radiología para saber que se realizó correctamente. Una respuesta positiva puede ser correspondiente a dolor en alguna de las siguientes estructuras: la bursa del navicular, el hueso navicular y/o los ligamentos encargados de su soporte, el aspecto distal del TFDP y la suela. A diferencia de la analgesia de la AID raramente ocurre la difusión de la bursa del navicular a la AID, la analgesia de la AID puede ser excluida si la claudicación muestra mejoría dentro de los primeros 10 minutos (Baxter, 2011; Ross y Dyson, 2011; Belknap, 2020; Rijkenhuizen, 2006).

Imagenología

Radiología

La radiología sigue siendo un método diagnóstico de gran importancia para los caballos con síndrome navicular, pero se debe tomar en cuenta que se necesita por lo menos un 40% de daño óseo para que sea visible una lesión bajo esta técnica, por lo tanto, de no observarse cambios radiográficos, no debe descartarse el daño al hueso navicular, ni atribuir el dolor a los tejidos blandos (Baxter, 2011; Dyson y *et al*, 2010).

Un examen radiográfico de la región navicular incluye las siguientes proyecciones: lateromedial, dorsoproximal-palmarodistal oblicua, palmaroproximal-palmarodistal

oblicua, adicionalmente se pueden incluir la toma dorsoproximal-palmarodistal oblicua y la dorsopalmar con soporte de peso para obtener todos los ángulos de las estructuras óseas. Es importante empacar la ranilla correctamente, colocar el casco en la posición adecuada y que el haz de rayos x entre perpendicular y centrado a la cápsula del casco de acuerdo a la conformación de cada caballo (Baxter, 2011; Ross y Dyson, 2011).

Las anomalías radiográficas generalmente observadas son: entesofitos en los aspectos proximolateral y proximomedial del hueso navicular (resultado del estrés ejercido por los ligamentos colaterales y el ligamento sesamoideo impar distal), extensión proximal o distal del borde flexor del hueso, fragmentos en el borde distal, áreas radiolúcidas de diferentes formas en el borde distal (agrandamiento de las invaginaciones sinoviales), zonas radiolúcidas en la corteza del hueso navicular que pueden o no tener comunicación con la superficie flexora, hueso de neoformación en la cresta sagital, aumento del grosor de la corteza flexora, esclerosis del hueso esponjoso y huesos naviculares partidos. Otras anomalías que se consideran importantes son: erosiones en la superficie flexora, pérdida de la distinción entre hueso cortical y médula, mineralización de los tejidos blandos de soporte del hueso navicular y mineralización del TFDP (Baxter, 2011; Dyson y *et al*, 2010; Butler, 2017; Ross y Dyson, 2011; Belknap, 2020; Dik y *et al*, 2010).

Como se mencionó anteriormente es importante evaluar la forma del borde proximal del hueso navicular en una toma dorsoproximal-palmarodistal oblicua, esta puede ser clasificada en recta, cóncava, convexa y ondulada; las formas cóncava y ondulada son las que se encuentran relacionadas con el desarrollo de síndrome navicular (Fig. 76) (Ross y Dyson, 2011; Dik y *et al*, 2010; Dik y *et al*, 1995).

Los entesofitos se pueden observar en una toma lateromedial en el borde proximal y distal del hueso navicular (Fig. 77). Cuando se observa irregularidad ósea en la zona de inserción del LISD se debe observar con atención la toma dorsoproximal-palmarodistal oblicua, esta irregularidad puede ser compatible con la formación de

un entesofito y la presencia de fragmentos en el borde distal. La presencia de osteofitos en el borde dorsoproximal del hueso navicular puede ser parte de una OA, no indican que el caballo curse con síndrome navicular, pero pueden estar relacionados (Butler, 2017; Ross y Dyson, 2011).

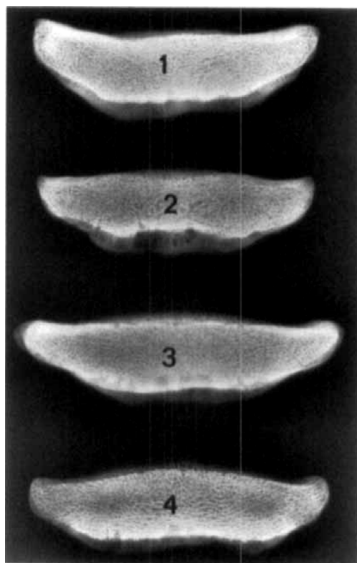


Figura 76. Toma radiográfica dorsopalmar de 4 huesos naviculares donde se puede observar la variabilidad de formas que puede presentar el borde proximal de este hueso: 1=cóncavo, 2=ondulado; 3=recto, 4=convexo (Modificado de de Dik y *et al*, 1995).



Figura 77. Toma radiográfica lateromedial de una yegua warmblood de 4 años de edad con claudicación bilateral, en la que se puede observar incremento del grosor de la corteza del hueso en aspecto palmar (flecha blanca) y una extensión distal compatible con un entesofito (flecha negra) (Modificado de Butler, 2017).

La toma dorsoproximal-palmarodistal oblicua permite observar la presencia de zona radiolúcidas en el borde distal del hueso, que son compatibles con las invaginaciones sinoviales; el incremento en número (más de 7) y tamaño de estas y la variación en su forma son compatibles con síndrome navicular; al igual que la

presencia de zonas radiolúcidas rodeadas por un halo radiopaco en el área proximal del hueso, causadas por el estrés que ejercen los ligamentos colaterales (Fig. 78) (Butler, 2017; Ross y Dyson, 2011, Ross y Dyson, 2011; Belknap, 2020).

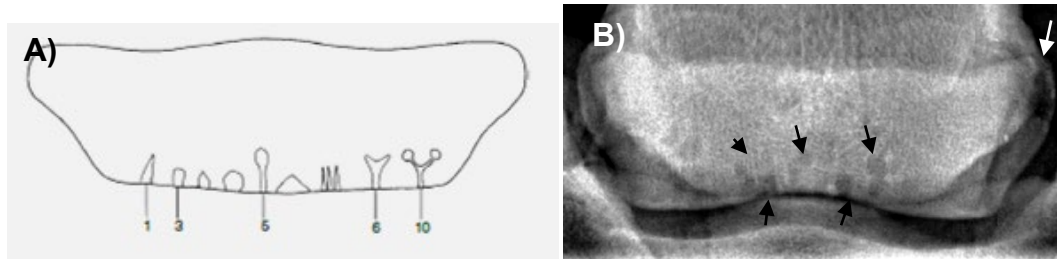


Figura 78. A) Esquemización de un hueso navicular en una toma dorsoproximal-palmarodistal oblicua, en la que se pueden observar las diferentes formas y tamaños que pueden presentar las invaginaciones sinoviales y el número de las mismas. B) Toma radiográfica dorsoproximal-palmarodistal oblicua del hueso navicular de un warmblood castrado de 7 años de edad, medial se encuentra a la izquierda, se pueden observar áreas radiolúcidas en el borde distal (invaginaciones sinoviales, flechas negras) y en la corteza del hueso, también se aprecia la formación de un entesofito en el borde proximolateral (flecha blanca) (Modificado de Butler, 2017).

Los fragmentos en el borde distal se pueden encontrar en su porción lateral o medial, ocurren con mayor frecuencia lateralmente y en caballos que presentan cambios radiográficos previos en el hueso navicular (Fig. 79). Estos fragmentos libres pueden generar daños a los tejidos adyacentes, como fibrosis, metaplasia condroide, desgarres en el LSID y necrosis del hueso navicular en la porción proximal al fragmento. La eficiencia radiográfica para detectarlos ha mejorado con la radiología digital y computarizada, sin embargo, hay fragmentos pequeños que pasan por alto y deben ser diagnosticados mediante resonancia magnética (Butler, 2017, Ross y Dyson, 2011).

Cuando se observan áreas radiolúcidas en el tercio medio del hueso navicular en una toma dorsoproximal-palmarodistal oblicua, se debe realizar una toma tangencial (palmaroproximal-palmarodistal oblicua), para determinar si dichas áreas radiolúcidas penetran la superficie flexora del hueso o solo se encuentran en el cuerpo del mismo (Fig. 80). Este hallazgo es de gran importancia clínica, ya que

de observarse, en la superficie flexora hay pérdida del cartílago e incrementa la probabilidad de adherencias con el TFDP. En ocasiones no se puede obtener una imagen diagnóstica de la erosión, porque el rayo x no está entrando en el ángulo correcto a la lesión o la densidad del hueso adyacente no permite que se observe (Butler, 2017; Ross y Dyson, 2011).

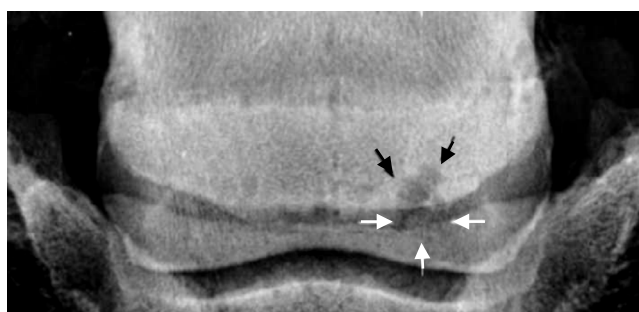


Fig 79. Toma radiográfica dorsoproximal-palmarodistal oblicua de un caballo castrado cruzado de pura sangre inglés de 8 años de edad. Medial se encuentra a la izquierda, se observan áreas radiolúcidas en el borde distal del hueso navicular, una de ellas de mayor tamaño en el ángulo lateral (flechas negras) y distal a esta se observa un fragmento óseo (flechas blancas) (Modificado de Butler, 2017).

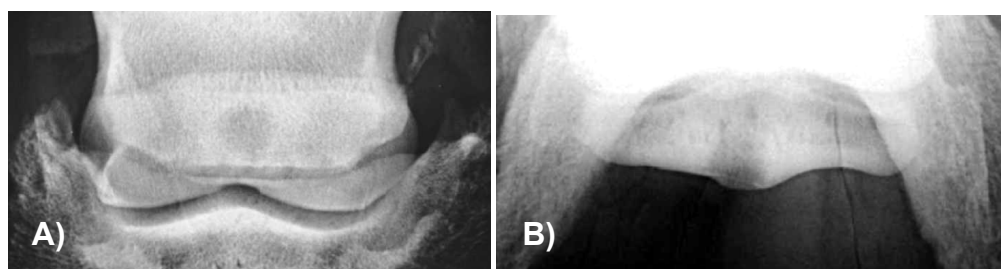


Figura 80. A) Toma dorsoproximal-palmarodistal oblicua de un caballo entero warmblood de 6 años de edad, se observa un área radiolúcida en el cuerpo del hueso (flecha negra); B) Toma palmaroproximal-palmarodistal oblicua del mismo caballo, se observa una gran área radiolúcida en la cresta sagital del hueso navicular (flecha negra), aumento del grosor de la corteza del hueso e incremento de la opacidad del hueso medular, esta corresponde a la adhesión del TFDP (Modificado de Butler, 2017).

Las anomalías que se encuentran altamente relacionadas con síndrome navicular son: áreas radiolúcidas compatibles con quistes en la cavidad medular (Fig. 80A), erosiones presentes en la superficie flexora y la presencia de esclerosis que dificulta la diferenciación entre el hueso cortical y medular (Fig. 80B) (Baxter, 2011; Dyson y *et al*, 2010; Butler, 2017; Ross y Dyson, 2011; Belknap, 2020).

Los indicadores radiográficos menos confiables para diagnosticar síndrome navicular son: agrandamiento de las invaginaciones sinoviales, alargamiento del borde flexor, entesofitos en los bordes proximales o distales y fragmentos en el borde distal del hueso navicular, ya que todas estas pueden estar presentes en caballos sanos y no son exclusivas de síndrome navicular (Baxter, 2011; Butler, 2017; Ross y Dyson, 2011).

Durante el estadio avanzado de la enfermedad se puede observar un aumento de densidad del hueso en general, engrosamiento de la corteza del hueso y pérdida de la diferenciación entre hueso esponjoso y compacto (Fig. 77, 80B), esto se observa con claridad en las tomas lateromedial y tangencial, relacionado con un pronóstico desfavorable (Baxter, 2011).

Pero el uso de la radiología es controversial, ya que en ocasiones podemos observar cambios radiográficos progresivos en caballos que no presentan ninguna claudicación, y podemos encontrar caballos que no muestran lesiones en el hueso navicular y presentan una claudicación severa. Cuando existen cambios radiográficos con ausencia de signos clínicos, algunos médicos recomiendan realizar una revisión radiográfica periódica en busca de progresión cada 4-6 meses, ya que son propensos a desarrollar síndrome navicular (Butler, 2017).

La bursografía ha sido descrita como una técnica diagnóstica que ayuda a detectar lesiones en el fibrocartílago de la superficie flexora del hueso navicular y en el TFDP, se ha descrito que esta técnica es 69% más sensible que la radiología simple para detectar estas lesiones, sin embargo, existen técnicas diagnósticas más sensibles para identificar lesiones en tejidos blandos (Baxter, 2011; Butler, 2017; Ross y Dyson, 2011).

Ultrasonografía

Esta técnica diagnóstica es de bajo costo y fácil acceso, permite evaluar los tejidos blandos que se pueden lesionarse en síndrome navicular, sin embargo la queratina del casco dificulta el contacto del transductor y no permite obtener imágenes nítidas. Con el conocimiento y experiencia apropiados se puede evaluar

la superficie flexora del hueso navicular, la porción distal del mismo, los ligamentos colaterales de la AID, el aparato podotroclear y las entesis de la falange distal; usualmente se utilizan los abordajes transcutáneos a través de los bulbos del casco o de la ranilla tras ablandarla con agua (Fig. 81). Como pasa con la radiología la ausencia de hallazgos no asegura que no haya lesiones y existen herramientas diagnósticas más sensibles como la resonancia magnética (Baxter, 2011; Ross y Dyson, 2011; Grewal y *et al*, 2004).

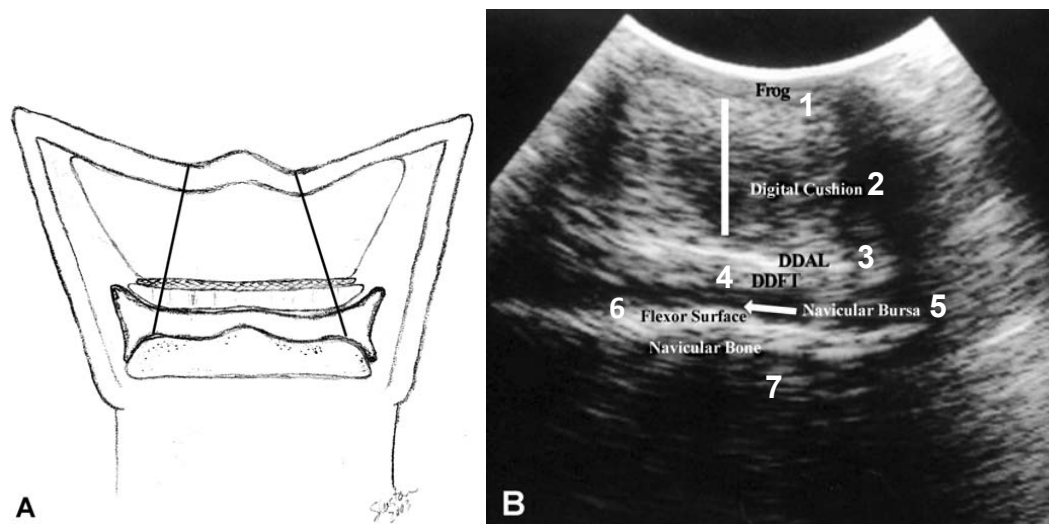


Figura 81. A) Esquematzación de la ventana de imagen desde el centro de la ranilla del casco para una vista trasversal del aparato podotroclear, de la mano de un caballo con síndrome navicular. B) Se puede observar: la ranilla (1), la almohadilla digital (2), el ligamento anular (3), el TFDP (4), la bursa del navicular (5), la superficie flexora (6) y el hueso navicular (7) (Modificado de Grewal y *et al*, 2004)

Gammagrafía

La gammagrafía es de ayuda para detectar de forma temprana cambios patológicos en el hueso navicular, ya que su sensibilidad está relacionada con detectar cambio metabólico en tejido óseo. Se observa un aumento de captación de radiofármaco en el hueso navicular de caballos con este síndrome (Fig. 82), sin embargo, esta puede arrojar un falso positivo en caballos con otras causas de dolor en talones, ya que no todas las lesiones óseas tienen relación con este síndrome y si el hueso tiene necrosis no habrá aumento de la captación del radiofármaco. En una vista lateromedial, se debe de ser cuidadoso y no confundir

la zona navicular con la captación de radiofármaco dada por la osificación de los cartílagos ungulares (Baxter, 2011; Dyson y *et al*, 2010; Ross y Dyson, 2011).

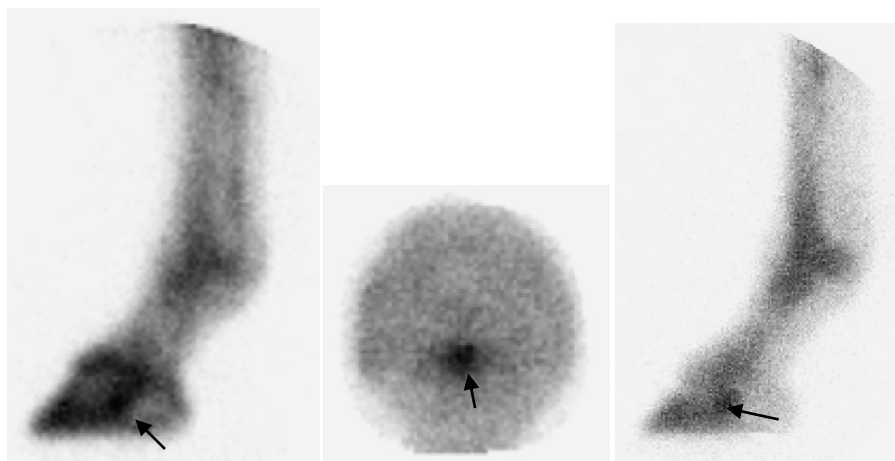


Figura 82. Gammagrafía de miembro torácico izquierdo de un caballo raza warmblood de 5 años de edad, con una claudicación aguda positiva al bloqueo digital palmar y a la analgesia de la AID. En todas estas fases se observa un aumento focal intenso de la captación del radiofármaco en el hueso navicular (flechas) (Modificado de Ross y Dyson, 2011).

Tomografía computarizada

Esta técnica diagnóstica es la mejor opción para detectar cambios en el hueso trabecular y la corteza del hueso navicular, se pueden observar muchos cambios patológicos que no son evidentes en radiografías, como: cambios de forma del hueso, la presencia de fragmentos distales y cambios intramedulares. Se ha observado que la tomografía computarizada con medio de contraste intraarterial mejora la evaluación de tejidos blandos y puede ser una alternativa al uso de resonancia magnética (Fig. 83) (Baxter, 2011; Widmer y *et al*, 2000).

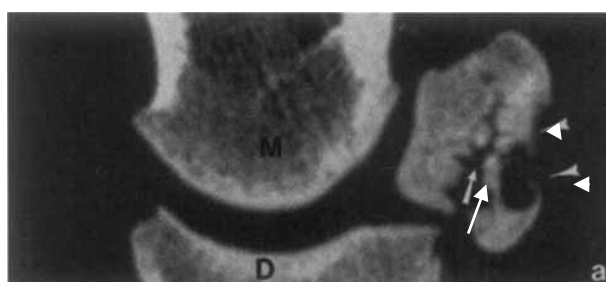


Figura 83. En este plano sagital se observa una fisura que se origina desde las invaginaciones sinoviales (flecha) y la presencia de un quiste producido por la erosión de la corteza flexora (cabezas de flecha) (Modificado de Widmer y *et al*, 2000).

Resonancia magnética

La resonancia magnética permite evaluar principalmente los tejidos blandos que se encuentran en la zona navicular, se han observado anomalías en: hueso navicular, bursa del navicular, ligamentos colaterales de la AID, LISD, TFDP, LCSD y el cartílago articular de la AID (Baxter, 2011; Dyson y *et al*, 2010). Algunos caballos no presentan cambios radiológicos, pero si presentan aumento de captación del radiofármaco en la zona navicular en una gammagrafía y al realizar una resonancia magnética muestran cambios en el hueso navicular, en ausencia o presencia de lesiones en los tejidos blandos adyacentes (Ross y Dyson, 2011).

En un estudio realizado por Sampson y sus colaboradores en el 2009, se utilizaron 72 caballos con signos clínicos de síndrome navicular que fueron positivos a la analgesia perineural del nervio digital palmar, pero no presentaban signos radiológicos. Se observó en el 82% de los caballos hiperintensidad en la zona navicular, que puede ser compatible con hemorragia, líquido sinovial, necrosis del hueso, fibrosis e inflamación; el 13% como causa primaria presentaron tendinitis del TFDP, sin embargo, el 61% del total de los caballos presentan cambios en dicho tendón, lo cual nos indica la importancia de este en la patología y nos invita a realizar la analgesia de la vaina del tendón. La desmitis de los ligamentos colaterales del sesamoideo distal (LCSD) fue la causa primaria de dolor en el 15% de los caballos y la desmitis del LISD fue la causa primaria en el 10% de los caballos. Este estudio comprueba que la eficiencia diagnóstica de la radiología es limitada, es necesaria la resonancia magnética para llegar a un diagnóstico temprano y poder elegir el tratamiento apropiado (Fig. 84) (Sampson y *et al*, 2009).

Tratamiento

El tratamiento debe de ser elegido de acuerdo a las necesidades de cada caballo, no todos los caballos con síndrome navicular pueden ser tratados de la misma forma; la resonancia magnética puede ser de gran ayuda para elegir un protocolo adecuado (Baxter, 2011).

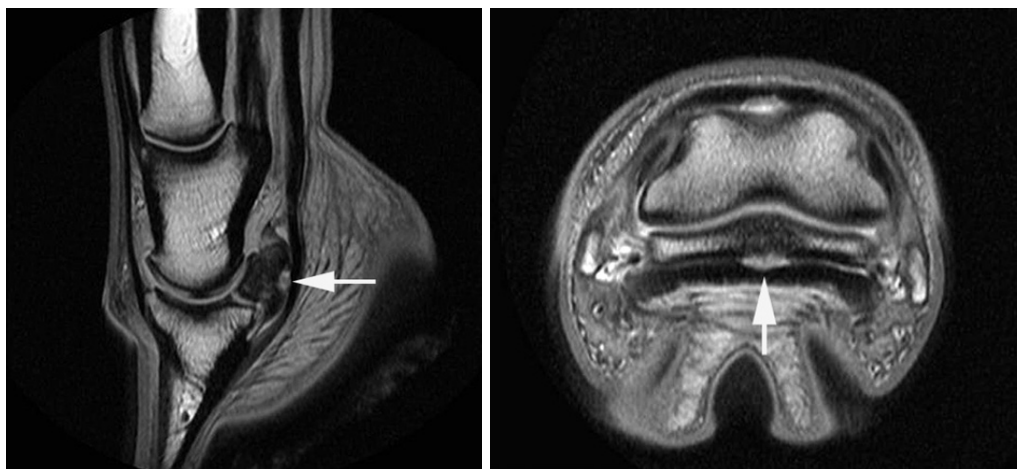


Figura 84. A) Vista lateromedial de una resonancia magnética en donde se puede apreciar una señal anormal en el hueso navicular. B) En este corte se puede apreciar la lesión en TFDP del mismo caballo (flechas blancas) (Modificado de Baxter, 2011).

Tratamiento médico

Existen una gran variedad de opciones terapéuticas, una de las más importantes es el herraje correctivo, el tratamiento médico incluye descanso, ejercicio controlado y uso de fármacos que mejoren el flujo sanguíneo, AINEs, bifosfonatos (tiludronato), medicamentos intrasinoviales y la prevención de OA (Baxter, 2011; Ross y Dyson, 2011).

En la actualidad no se recomienda un descanso prolongado en caballos con síndrome navicular, únicamente se les mantiene en reposo durante la disminución de la inflamación de tejidos blandos y la adaptación a su herraje correctivo. Se recomienda el descanso absoluto hasta que se hace el primer cambio de herraje a las 3 semanas, posteriormente se debe de continuar con ejercicio controlado (únicamente al paso) por 3 las semanas consecutivas y debe iniciarse con trabajo en línea recta (Baxter, 2011; Ross y Dyson, 2011).

El herraje correctivo es fundamental en el tratamiento de caballos con síndrome navicular, incluso se ha reportado que muchos de los caballos tratados con herraje no requieren tratamiento médico, ni quirúrgico. Este busca balancear el casco, corregir problemas que puedan estar presentes en el mismo como la presencia de cuartos, talones bajos, contracción de los bulbos, reducción de las fuerzas

biomecánicas que afectan el área navicular, facilitar la ruptura del paso, apoyar los talones y cuidar las estructuras lesionadas (Baxter, 2011; Ross y Dyson, 2011; Belknap, 2020).

El herraje será elegido de acuerdo a las necesidades de cada caballo, cuando están bajos de talones se recomienda darle soporte a estos, mientras para un caballo con un casco recto y pequeño será recomendada la colocación de herraduras de huevo o de balance natural y un caballo con talones altos se recomienda un recorte de los mismos. Pero en general es más importante el recorte que la colocación de cualquier herradura, en ocasiones este recorte debe de ser gradual para no hacer un cambio abrupto en el balance del casco (Baxter, 2011; Ross y Dyson, 2011).

Son usadas diferentes tipos de herraduras de aluminio o hierro: herraduras de talones elevados como la Tennesse, normales con soporte en los talones utilizando almohadillas de cuña, con función de mecedora, de huevo, de balance natural y de candado. Reducir la pinza en cualquiera de estos herrajes ayuda a facilitar la ruptura del paso, esto disminuye el estrés que recibe el TFDP. Los objetivos de cualquiera de estos herrajes son: facilitar la ruptura del paso, brindar soporte a los talones y reducir las fuerzas biomecánicas en el hueso navicular y el TFDP. Es empleado el soporte en los talones, para disminuir la carga de peso en el área navicular y promover que el caballo aterrice de forma correcta el casco (Baxter, 2011; Ross y Dyson, 2011; Belknap, 2020).

El uso de AINEs está recomendado, los más empleados son: fenilbutazona, flunixin de meglumine y firocoxib por su eficiencia desinflamatoria y la reducción de la claudicación observada. El más utilizado es la fenilbutazona por su efectividad y su bajo costo, se recomienda su uso a una dosis de 4.4mg/kg PO una vez al día por 7 a 10 días, este tratamiento es suficiente para reducir el dolor y permite la colocación de un herraje correctivo (Baxter, 2011; Ross y Dyson, 2011; Belknap, 2020).

De forma complementaria se utiliza la medicación intrasínovial (AID o bursa del navicular), el uso de medicamentos en la vaina del TFDP también ha sido de utilidad en caballos que tienen lesiones en este tendón. Los fármacos utilizados son similares a los usados en el tratamiento de osteoartritis, corticosteroides solos o combinados con ácido hialurónico, glicosaminoglicanos polisulfados (Baxter, 2011; Ross y Dyson, 2011; Belknap, 2020).

Muchos clínicos recomiendan la infiltración de la articulación interfalángica distal en combinación con el herraje correctivo y fenilbutazona, como tratamiento inicial; mientras otros la recomiendan únicamente si la respuesta al herraje correctivo, AINEs orales y ejercicio controlado no es favorable (Baxter, 2011).

Cuando no se cuenta con las herramientas imagenológicas necesarias para un diagnóstico preciso, el tratamiento se basa en los avances clínicos que presenta el caballo, generalmente la decisión de utilizar medicación intrasínovial se toma entre el primer y segundo cambio de herraje. La primera opción de infiltración será la AID y posteriormente la bursa del navicular y la vaina del TFDP, ya que la primera representa menos complicaciones y es más fácil de realizarse (Baxter, 2011).

En la mayoría de los casos se utiliza la administración de corticosteroides en combinación con ácido hialurónico y se le agrega amikacina cuando se trata de la bursa del navicular (Baxter, 2011).

El clorhidrato de isoxuprina es un beta-adrenérgico que ha sido usado en caballos con síndrome navicular, porque se cree que tiene propiedades vasodilatadoras y reológicas, aunque su forma de acción no se conoce ya que no es posible medir los efectos cardiovasculares a la dosis recomendada. Sin embargo, el uso de la isoxuprina ha disminuido con el paso de los años y su respuesta en presencia de cambios radiográficos es deficiente (Baxter, 2011; Ross y Dyson, 2011; Belknap, 2020; Erkert y Macallister, 2002).

También se ha recomendado el uso de glicosaminoglicanos polisulfatados en caballos con síndrome navicular por vía IM e intrasínovial, su uso se basa en la similitud que tiene este síndrome con la OA (Baxter, 2011).

Los biofosfonatos como el tiludronato son fármacos que reducen el metabolismo óseo, como se sabe en el síndrome navicular el hueso sufre resorción ósea y la presencia de hueso neoformación. El tiludronato es recomendado a una dosis de 1mg/kg IV durante 30 minutos como tratamiento único; actualmente este se encuentra prohibido en Estados Unidos (Baxter, 2011; Ross y Dyson, 2011; Denoix y *et al*, 2010; Schoonover y *et al*, 2018).

Algunos clínicos recomiendan el uso de terapia de ondas de choque extracorpóreas en presencia de dolor en los talones, a través de los bulbos del casco, donde se ha obtenido una mejora sustancial (Ross y Dyson, 2011). Otros autores reportan que no proporciona la analgesia esperada, como tratamiento único (Brown y *et al*, 2005).

También se puede realizar la crioneurectomía del nervio digital palmar con el uso de productos químicos como el Sarapin, que es un alcaloide de origen vegetal que se cree que altera las fibras tipo C, otra opción es la administración de alcohol en el perineuro o realizar la congelación percutánea de los nervios con nitrógeno líquido (Ross y Dyson, 2011).

Tratamiento quirúrgico

El tratamiento quirúrgico abarca las siguientes opciones: neurectomía del nervio digital palmar/plantar, desmotomía de ligamentos colaterales del hueso navicular, desmotomía del ligamento accesorio distal y endoscopía de la bursa del navicular (Baxter, 2011; Ross y Dyson, 2011). La neurectomía del nervio digital palmar no debe de ser considerado un tratamiento curativo, existen muchas complicaciones y desventajas de este procedimiento, como la formación de neuronas doloras, la rotura del TFDP y la exposición de la seguridad del jinete al provocar pérdida de la sensibilidad, teniendo como resultado accidentes catastróficos al exigir alto rendimiento deportivo (Belknap, 2020).

Pronóstico

El pronóstico para esta patología es de desfavorable a reservado, se puede dar un tratamiento paliativo y prolongar la vida útil de un caballo, pero tarde o temprano estos llegan a un punto clínico en el cual ya no hay respuesta al tratamiento (Belknap, 2020).

Diversos estudios han reportado la eficiencia de la administración de corticosteroides en la bursa del navicular, al proporcionar una disminución del dolor, el efecto analgésico tiene una duración de 4-6 meses (Baxter, 2011; Ross y Dyson, 2011; Belknap, 2020). Sin embargo, se ha descrito que la infiltración constante de la bursa del navicular, favorece la rotura del TFDP por la constante punción del mismo (Belknap, 2020; Baxter, 2011).

En un estudio con 73 caballos se compararon 2 dosis de tiludronato, se determinó que su uso a una dosis de 1mg/kg, muestra una mejora óptima de la claudicación y regresó a su actividad después de 2- 6 meses de tratamiento; su uso temprano, aumenta la eficiencia del tratamiento (Denoix y et al, 2010).

La crioneurectomía con ambos compuestos producen mejoras clínicas por 2 a 3 meses si se aplican de la forma correcta, sin embargo, se debe tener en cuenta que la administración de estos puede producir fibrosis perineural y dificultar a futuro la realización de la técnica quirúrgica (Ross y Dyson, 2011).

La desmotomía de los ligamentos colaterales del sesamoideo distal tiene un pronóstico reservado, la mayoría de los caballos muestra mejoría y ausencia de la cojera durante únicamente 6 a 12 meses. La neurectomía del nervio digital muestra una mejora del 65- 70% durante 12 a 18 meses posteriores a la cirugía (Ross y Dyson, 2011).

6.2 Fractura del hueso navicular

Definición, etiopatogenia y epidemiología

La fractura del hueso navicular es una solución de continuidad del hueso, que es ocasionada por una fuerza excesiva que supera su resistencia y ocurre por medio de distintos mecanismos. Las fracturas completas pueden ocurrir tras un trauma o

ser fracturas patológicas secundarias a una desmineralización severa del hueso, debido a la presencia de síndrome navicular o un proceso séptico. Jackman (2019) menciona que la fractura del hueso navicular y el síndrome o enfermedad navicular van de la mano, sin embargo los signos clínicos y el tratamiento pueden variar. Las fracturas simples y las conminuta comúnmente son producidas por contusiones en casco (Baxter, 2011; Ross y Dyson, 2011; Uribe, 2014, Jackman, 2019; Belknap, 2019).

Estas fracturas son clasificadas en: por avulsión, fracturas transversas, oblicuas completas y fracturas conminuta, la configuración más común es la completa y oblicua en un plano parasagital. Los huesos naviculares bi/tripartitos suelen confundirse con fracturas, por tratarse de soluciones de continuidad radiográficas, pero no lo son (Baxter, 2011; Uribe, 2014; Gyax y col, 2006).

Las fracturas por avulsión por lo general son fragmentos que se encuentran en la porción distal del hueso, en la inserción del ligamento impar del sesamoideo distal, comúnmente son asociadas a síndrome navicular (Fig. 85) (Baxter, 2011; Uribe, 2014, Colles, 2011). Sin embargo, el desplazamiento hacia proximal del hueso navicular, asociado con rotura del ligamento impar se ha reportado en extremidades posteriores con o sin fractura (Butler y col, 2008). Esta configuración puede ser resultado de un trauma agudo, del constante estrés ejercido por dicho ligamento o una falla en el suministro sanguíneo, autores como Butler y Colles han determinado que no tienen importancia clínica en muchos de los casos, por esta razón poco se ha descrito acerca de su etiopatogenia (Colles, 2011).

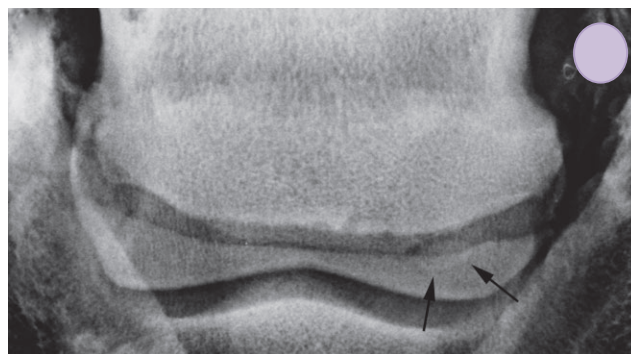


Figura 85. Toma dorsoproximal-palmarodistal oblicua del hueso navicular. Lateral se encuentra a la derecha. Se observa un fragmento distal al hueso navicular (flechas negras) (Modificado de Biggi y Dyson, 2011).

Las fracturas completas pueden ser sagitales, ligeramente oblicuas o transversas, las fracturas ligeramente oblicuas y las sagitales suelen ocurrir laterales o mediales a la cresta sagital del hueso, generalmente este tipo de fracturas no se encuentran desplazadas, pero si ligeramente separadas, por lo que radiográficamente se puede apreciar una solución de continuidad amplia (Fig. 86). Ocurren como resultado de una fuerza repentina causada por el desplazamiento de la falange media; por ejemplo, patear alguna superficie sólida. Esta configuración es la que comúnmente se confunde con los huesos naviculares partidos, pero rara vez se presentan en más de un miembro a diferencia de estos (Baxter, 2011; Butler y col, 2008; Colles, 2011).

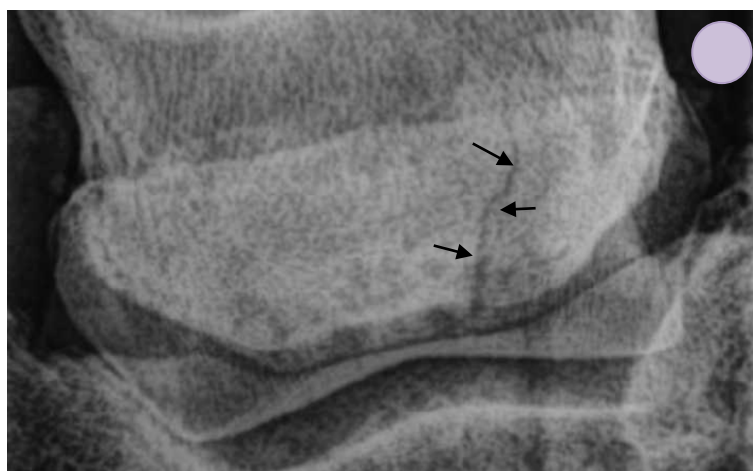


Figura 86. Fractura parasagital del hueso navicular, con dos semanas de evolución. Toma dorsoproximal-palmarodistal. Medial se encuentra del lado izquierdo, la solución de continuidad se observa en su porción lateral (flechas negras) (Modificado de Butler, 2008).

Las fracturas horizontales conminuta suelen ser paralelas al borde distal del hueso navicular y generalmente tienen un componente parasagital (Fig. 87), son las menos comunes y pueden estar acompañadas de la rotura del ligamento impar o del tendón flexor digital profundo, ya que estas fracturas resultan de una combinación de fuerzas generadas por la tensión que ejerce el ligamento impar hacia distal y la carga de la falange media al desplazarse hacia palmar/plantar (Baxter, 2011; Colles, 2011).

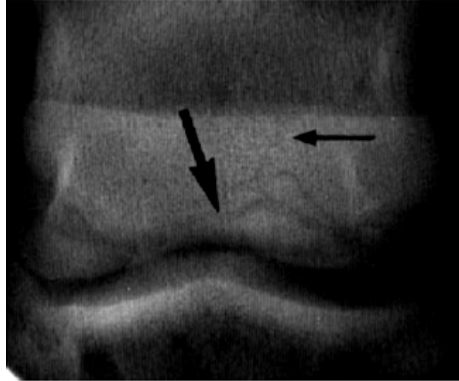


Figura 87. Fractura multifragmentada del hueso navicular. Toma dorsoproximal-palmarodistal oblicua del hueso navicular en la que se pueden observar múltiples soluciones de continuidad (flechas negras) (Modificado de Uribe, 2014).

En general las fracturas del hueso navicular son una causa poco común de claudicación en caballos, están reportadas en distintas razas y disciplinas ecuestres; su prevalencia es baja incluso en comparación con las fracturas de la falange distal y ocurren con mayor frecuencia en los miembros torácicos (Baxter, 2011; Belknap, 2019). Es interesante que se originen realizando actividades simples como patear una pared o resbalarse en una rampa, posiblemente estos movimientos repentinos superan la protección propioceptiva brindada a este hueso (Colles, 2011).

Diagnóstico

Signos clínicos

Los pacientes con fractura del hueso navicular presentan una claudicación severa unilateral con un inicio súbito y agudo, al paso el caballo buscará apoyar primero con la pinza del casco (Jackman, 2019). Las fracturas agudas muestran una claudicación mucho más severa en comparación con las fracturas crónicas que ha tenido una unión fibrosa (Belknap; 2019).

El grado de claudicación de aquellos caballos que tienen fracturas por avulsión es similar a la de caballos con síndrome navicular, pueden tener anamnesis de un empeoramiento repentino de la claudicación tras haber estado en reposo. Sin

embargo, suelen ser asintomáticas y ser encontradas como un hallazgo incidental en un examen radiográfico (Colles, 2011; Baxter, 2011).

Los caballos con fracturas completas del hueso navicular presentan una claudicación súbita y grave, que mejora con reposo, esta claudicación puede ir de 3-5/5 de acuerdo a la clasificación de la AAEP, a las 24-48 horas el caballo puede mejorar al paso, pero al trote se exagera la claudicación. Todos los caballos con claudicaciones de 2-3/5 de acuerdo a la AAEP en miembros posteriores y signos referentes a la zona navicular deben tener como diferencial una fractura del hueso navicular (Baxter, 2011; Uribe, 2014; Colles, 2011).

La mayoría de los caballos tienen una respuesta dolorosa a la palpación indirecta de la ranilla con pinzas para casco, dolor a la flexión-rotación y presentan efusión de la articulación interfalángica distal. En la etapa aguda puede haber un incremento del pulso digital, que no es común en casos crónicos (Baxter, 2011; Ross y Dyson, 2011; Uribe, 2014; Belknap, 2019; Colles, 2011).

El hueso navicular se encuentra entre dos espacios sinoviales y el líquido sinovial puede retardar la reparación; también la falla en la unión puede ser causada por el movimiento y micromovimiento constante en la fractura, por la combinación de tensiones y cargas en el área (Baxter, 2011; Gyax y col, 2006).

Analgesia perineural

El bloqueo del nervio digital palmar en ocasiones bloquea parcialmente el dolor; ya que la fractura de este hueso puede generar dolor articular y del tendón flexor digital profundo. La analgesia intraarticular de la articulación interfalángica distal usualmente elimina la claudicación causada por la fractura del hueso navicular (Baxter, 2011, Ross y Dyson, 2011; Uribe, 2014).

Imagenología

El examen radiológico del hueso navicular es necesario para confirmar el diagnóstico, es fundamental empacar correctamente el casco ya que las lagunas laterales de la ranilla pueden ser confundidas con fracturas, si la solución de

continuidad observada sobrepasa el borde del hueso, puede corresponder a estas (Baxter, 2011; Uribe, 2014; Belknap, 2019; Colles, 2011).

Las fracturas parasagitales se evalúan mejor en una toma dorsoproximal-palmarodistal oblicua, pero es necesario tomar la proyección tangencial (palmaro proximal–palmarodistal) y lateromedial para examinar completamente el hueso. En las fracturas agudas se observan soluciones de continuidad radiolúcidas delgadas, conforme se vuelven crónicas el espacio entre estos se vuelve más amplio, hay presencia de hueso de neoformación en sus bordes y se puede observar disminución de la densidad del hueso adyacente a la línea de fractura (Fig. 88 y 89) (Dyson, 2008; Colles, 2011).

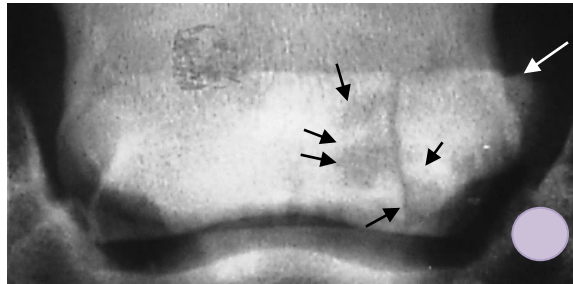


Figura 88. Fractura crónica del hueso navicular. Toma radiográfica dorsoproximal-palmarodistal oblicua de un hueso navicular con una fractura que afecta el aspecto lateral. Hay grandes áreas radiolúcidas (flechas negras) adyacentes a la línea de fractura y remodelado del margen (flecha blanca) proximal lateral del hueso navicular (Tomada de Ross y Dyson, 2011).

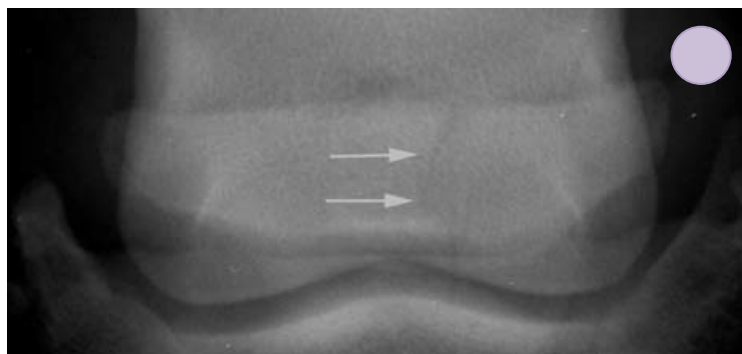


Figura 89. Fractura del hueso navicular aguda. Toma radiográfica dorsoproximal-palmarodistal oblicua de un miembro posterior. El aspecto medial se encuentra del lado izquierdo. Se observa una fractura parasagital completa, aguda y no desplazada del hueso navicular (flechas). El caballo tuvo un inicio agudo de cojera severa 2 días antes (Tomada de Dyson, 2008)

Como se mencionó anteriormente las fracturas parasagitales completas pueden confundirse con huesos naviculares bi o tripartitos, se pueden diferenciar por sus bordes que suelen ser redondeados y limpios en una partición congénita, la solución de continuidad suele ser más amplia y pueden o no tener zonas radiolúcidas adyacentes. Se recomienda tomar la radiografía de miembro contralateral para verificar que la solución de continuidad solo se encuentra en el miembro afectado (Ross y Dyson, 2011; Jackman, 2019).

En el seguimiento de 17 caballos con fracturas completas del hueso navicular se pudo observar un aumento de la brecha de la solución de continuidad a los 4 meses y se observó la unión fibrosa aún después de años en caballos que tuvieron una recuperación exitosa (Baxter, 2011; Gygax, 2006; Butler y col, 2008).

Las fracturas por avulsión son identificadas con mayor facilidad en la toma dorsoproximal-palmarodistal oblicua, pero también pueden ser observados en una toma lateromedial los fragmentos distales y en la cavidad medular en una toma tangencial. (Baxter, 2011; Colles, 2011; Butler y col, 2008).

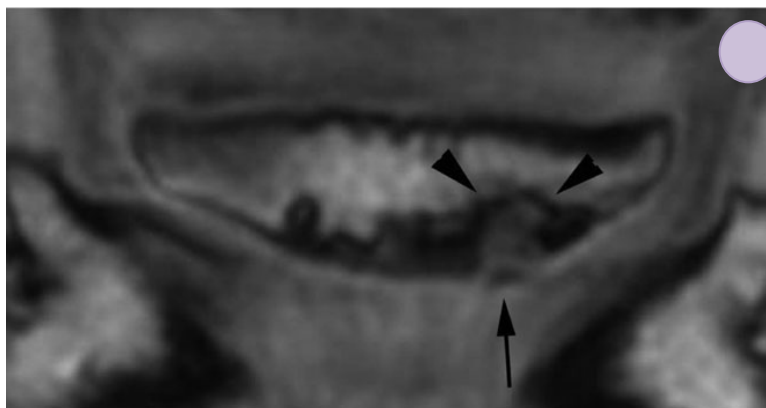


Figura 90. Resonancia magnética del hueso navicular; lateral se encuentra a la derecha. Se puede observar un fragmento entre el borde distal y lateral del hueso (flecha negra). Rodeado por un área hipodensa (cabezas de flecha) (Tomado de Biggi y Dyson, 2011).

En las fracturas distales los hallazgos radiográficos en ocasiones pueden ser equívocos o negativos y se requerirá de resonancia magnética o tomografía computarizada para el diagnóstico. La gammagrafía también es útil para detectar cambios en el metabolismo óseo, identifica lesiones en hueso que no son visibles

en la radiología, sin embargo, su especificidad es baja, no ofrece el detalle anatómico que el resto de las técnicas proporciona (Fig. 90) (Ross y Dyson, 2011; Biggi y Dyson, 2011; Colles, 2011; Wayne y Reid, 2010).

Tratamiento

Tratamiento médico

Se utiliza un herraje terapéutico que consiste en la elevación de los talones (de hasta 12°), con ayuda de una almohadilla con función de cuña para disminuir la carga y la tensión ejercida por el tendón flexor digital profundo y el ligamento impar sobre el hueso navicular, generalmente se usan herraduras con pestañas en (medial y lateral) para conferirle mayor estabilidad al casco y reducir su expansión. El caballo utilizará este herraje por 4- 6 meses, al inicio se mantendrá en confinamiento absoluto por 60 a 90 días, una vez que se muestre cómodo se le sacará a caminar de mano (Baxter, 2011; Colles, 2011; Jackman, 2019; Belknap, 2019)



Figura 91. Fijación externa con fibra de vidrio, para reducir la expansión del casco y el movimiento (a), Herradura en candado con elevación para disminuir la carga sobre el hueso navicular (b) (Modificado de Auer J, 2013).

Las fracturas completas del hueso navicular son generalmente son tratadas médicamente bajo el esquema antes mencionado, confinamiento y herraje para brindar soporte a los talones (herradura de candado) y/o fijación con fibra de vidrio y elevación (Fig. 91). Se pueden emplear distintos grados de elevación sin embargo el paciente se debe herrar cada mes e ir disminuyendo la elevación

hasta regresar a la angulación normal del casco en un periodo de 4 a 6 meses. Es muy importante mantener el balance mediolateral del casco (Baxter, 2011; Auer J, 2013; Colles, 2011).

El tratamiento médico también debe tomar en cuenta el manejo del dolor, desinflamación de los tejidos blandos adyacentes y la promoción del flujo sanguíneo en el área, para esto se prescriben la fenilbutazona, isoxsuprina y aspirina (Jackman, 2019).

Se recomienda reposo durante por lo menos 4 a 6 meses ya que estas fracturas tardan en resolverse. Lillich JD (1995) en un estudio determinó que se necesitan por lo menos 6 meses para la resolución de los signos clínicos (Baxter, 2011; Auer J, 2013; Lillich JD, 1995).

Las fracturas de navicular por su ubicación están relacionadas con daño en los tejidos blandos adyacentes. Una claudicación severa y crónica puede ser resultado de una fractura mal tratada que produjo la adhesión del TFDP a la superficie flexora del hueso navicular, el desplazamiento de los fragmentos de la fractura hacia palmar o plantar pueden causar la laceración del tendón. (Baxter, 2011; Ross y Dyson, 2011).

Tratamiento quirúrgico

La reparación quirúrgica en fracturas completas sagitales o parasagitales se hace con un único tornillo cortical de 3.5 mm colocado bajo la función de tracción; esta técnica es recomendada para caballos de alto rendimiento por la fundación AO. Es importante que se coloque el tornillo cortical perpendicular a línea de fractura en un eje transversal al hueso navicular desde el fragmento más pequeño, para lograr la aproximación de este último y reducir la fractura. Este procedimiento tiene buenos resultados; se deben tomar radiografías continuas o hacer uso de fluoroscopia a lo largo de la cirugía, para evitar la penetración de la superficie flexora del hueso navicular y sus porciones articulares al colocar el tornillo (Fig. 92) (Auer J, 2013, Gygax, 2006; Colles, 2011).

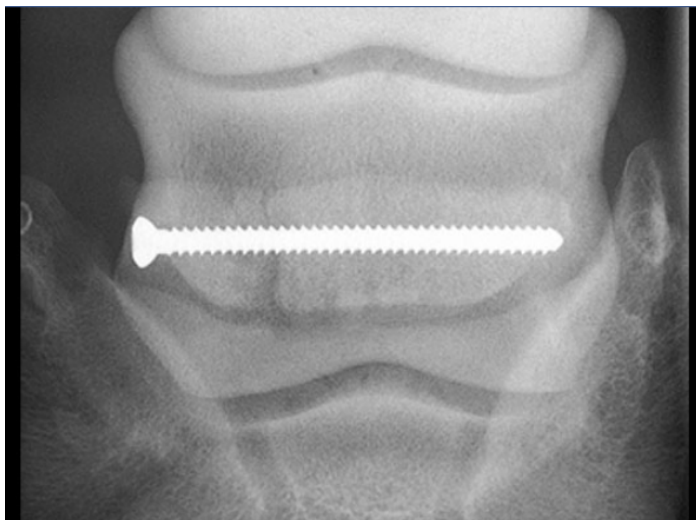


Figura 92. Colocación de tornillo cortical de 3.5 mm con función de tracción, en una fractura parasagital del hueso navicular. (Modificado de Auer J, 2013).

La neurectomía del nervio palmar / plantar digital, se emplea en casos en los que el tratamiento convencional no fue exitoso después de 8 meses de ocurrida la fractura; a menudo es necesaria para ayudar al caballo a mantener una carrera atlética (Baxter, 2011; Gygax, 2006; Jackman, 2019).

Sistema de clasificación de fracturas del sistema apendicular de équidos, con base en la clasificación de fracturas Müller OA (adaptación).

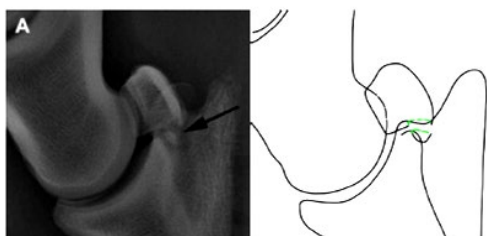


Figura 93. Fractura del borde distal. Indicaciones: tratamiento médico: herraje de candado por 4 a 5 meses o fijación externa con fibra de vidrio.

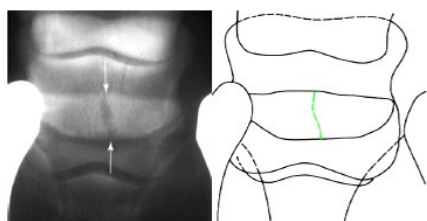


Figura 94. Fractura sagital del cuerpo medio. Indicaciones: tratamiento quirúrgico, fijación interna con un tornillo cortical de 3.5mm bajo la función de tracción/o fijación externa con fibra de vidrio.

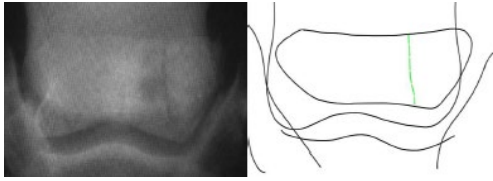


Figura 95. Fractura parasagital articular simple. Indicaciones: tratamiento quirúrgico, fijación interna con un tornillo cortical de 3.5mm bajo la función de tracción y/o fijación externa con fibra de vidrio.

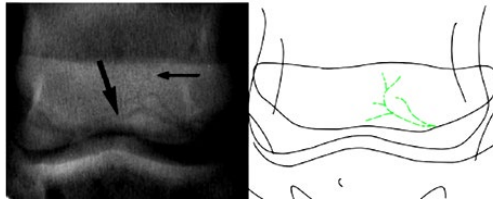


Figura 96. Fractura articular simple multifragmentada. Indicaciones: tratamiento médico, herraje de candado por 4 a 5 meses y/o fijación externa con fibra de vidrio.

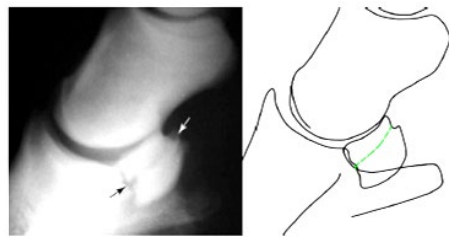


Figura 97. Fractura articular transversa. Indicaciones: tratamiento médico, herraje de candado por 4 a 5 meses y/o fijación externa con fibra de vidrio.

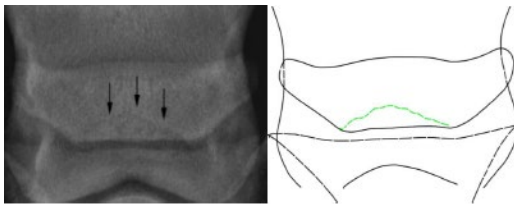


Figura 98. Fractura articular del borde flexor distal. Indicaciones: tratamiento médico, herraje de candado por 4 a 5 meses y/o fijación externa con fibra de vidrio.

(Modificado de Uribe, 2014)

Pronóstico

Las fracturas del hueso navicular en general tienen un pronóstico de reservado a desfavorable dependiendo de la severidad de la fractura. Se considera de reservado a desfavorable en caballos con fractura completa para desempeñar una actividad atlética, pero se ha observado que se tiene un mejor pronóstico bajo fijación interna con un tornillo cortical con la función de tracción (Ross y Dyson, 2011; Belknap, 2019). Colles (2001) realizó un reporte de 40 casos tratados con fijación del tornillo de tracción, en el cual se obtuvo con una tasa de éxito del 72%, estos caballos regresaron a realizar su función zootécnica a los niveles de exigencia deseados (Colles, 2011).

Pero el pronóstico en realidad depende de la función zootécnica que desempeña y las expectativas del propietario, por ejemplo, si se trata de un ejemplar destinado para la reproducción el pronóstico es favorable. El peso del paciente es un factor importante, en el caso de los ponis que son tratados con un tratamiento conservador tienen mejor pronóstico que aquellos caballos de talla promedio con este mismo tratamiento. Pero también se ha mencionado que la fijación interna en ponis esta contraindicada, ya que el tamaño del tornillo puede afectar el suministro de sangre al hueso (Colles, 2011).

Las fracturas conminuta y horizontales tienen un pronóstico reservado, porque no se puede realizar la fijación interna, afortunadamente como ya se mencionó su prevalencia es baja (Colles, 2011).

Y en general los caballos que tienen fractura en los miembros pélvicos tienen un mejor pronóstico en comparación con aquellos que tiene esta lesión en los miembros torácicos, por la carga de peso (Baxter, 2011). La neurectomía tampoco garantiza un pronóstico favorable, ya que normalmente las fracturas candidatas a esta técnica causan adherencias entre la superficie flexora del hueso navicular y el TFDP (Turner, 2020).

6.3 Hueso navicular bipartito y tripartito

Definición, etiopatogenia y epidemiología

La partición del hueso navicular es una condición congénita poco frecuente; múltiples variaciones han sido reportadas en esta condición, huesos naviculares bipartitos, tripartitos, unilateral o bilateral. Esta bipartición por lo general no se detectada hasta que el caballo desempeña una función zootécnica de alto rendimiento, esto entre los 4 y los 10 años, porque es encontrado como un hallazgo incidental en radiología (Harcourt y *et al*, 2018; Dyson, 2008; Ross y Dyson, 2011; Redding, 2007).

Se ha propuesto que la morfofisiopatología de la partición del hueso navicular, es el surgimiento de varios centros de osificación durante la formación del hueso en la gestación. Esto puede ser resultado de una alteración en el suministro de

sangre al hueso cuando se produce la angiogénesis, en el cartílago precursor, como la presencia de microtraumas vasculares o compresión de vasos sanguíneos intraóseos, produciendo una osificación endocondral defectuosa (Harcourt y et al, 2018; Van der Zaag y *et al*, 2016).

En vida fetal el hueso navicular tiene dos aportes sanguíneos a partir de los 125 días de gestación, una fuente es temporal y se encuentra sobre la superficie de cartílago, mientras la segunda fuente es la que permanece en el caballo adulto; el cual recibe suministro a través de cuatro arterias en distintas direcciones (Fig. 99). La circulación temporal a los 270 días de gestación desaparece, es aquí cuando aparecen los centros de osificación (Van der Zaag y *et al*, 2016).

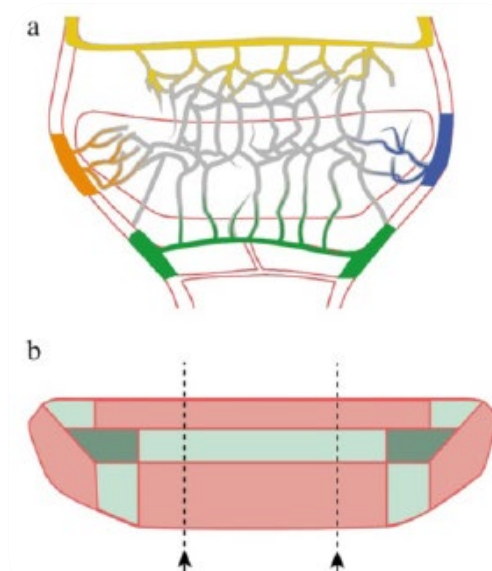


Figura 99. Diagrama de la irrigación del hueso navicular a través de 4 arterias. En la imagen b las zonas rosas corresponden a áreas que reciben sangre en una sola dirección, las zonas verde claro reciben de dos direcciones, las verde oscuro de tres direcciones. Las líneas punteadas corresponden a las áreas de partición del hueso navicular (Tomada de Van der Zaag y *et al*, 2016).

Una interrupción de cualquiera de estas vías de suministro puede ocasionar una osificación aberrante, es menos probable que esta corresponda a la circulación temporal, ya que estos vasos no penetran al hueso. Los microtraumas o la compresión de vasos sanguíneos, pueden estar originados por una mala posición del feto generando hipoxia y la obstrucción de estos vasos lleva a la separación

del hueso navicular al interferir en la osificación endocondral (Van der Zaag y *et al*, 2016).

Como diferencial principal se encuentran las fracturas parasagitales del hueso navicular, ya que ambas patologías corresponden a soluciones de continuidad radiográficas; Benninger y sus colaboradores proponen como diferencial secundario la polidactilia (Dyson, 2008; Ross y Dyson, 2011; Benninger y *et al*, 2005; Redding, 2007; Van der Zaag y *et al*, 2016)

Diagnóstico

Signos clínicos

Generalmente se trata de un hallazgo incidental y no es la causa de la claudicación; la claudicación causada por navicular bipartito o tripartito suele ser ligera, no es constante y aparece en caballos atletas que al inicio mostraron un rendimiento deportivo apropiado, aunque es importante resaltar que no todos los caballos con partición del navicular presentarán signos clínicos; a diferencia de las fracturas que prestan una claudicación súbita y severa. Los caballos que presentan esta condición suelen tener más de un miembro con presencia de partición; aunque la claudicación sea unilateral es importante evaluar todos los miembros (Van der Zaag y *et al*, 2016; Dyson, 2008; Ross y Dyson, 2011).

A continuación, se enlistarán algunos de los puntos que debemos tomar en cuenta para saber que se trata de un hueso bi o tripartito y no de una fractura u otra patología. En partitos:

1. Una claudicación crónica y persistente, con un inicio gradual, que puede estar asociada a estrés biomecánico en el área.
2. Presencia de cambios radiográficos evidentes y una claudicación relativamente leve en la misma extremidad.
3. La posibilidad de más de un miembro afectado.
4. No hay presencia de remodelación ósea substancial.

5. Las soluciones de continuidad se encuentran distribuidas de forma simétrica, dividiendo el hueso navicular en tercios.
6. Un revestimiento de cartílago articular que se desvía hacia la solución de continuidad.
7. No existe desplazamiento de los fragmentos involucrados (Van der Zaag y *et al*, 2016).

Algunos autores han especulado que la claudicación asociada a bipartición del hueso navicular es el resultado crónico del estrés biomecánico repetitivo en el área de partición, induciendo cambios degenerativos locales y la formación de quistes subcondrales; es decir que la partición no es claudicógena por si misma (Harcourt y *et al*, 2018).

Imagenología

La radiología es el método de elección para detectar este defecto congénito, sin embargo, generalmente se trata de un hallazgo incidental al realizar un examen radiográfico del miembro en busca de otro cambio patológico. Las tomas a realizar son la dorsoproximal–palmarodistal oblicua y la palmaroproximal–palmarodistal oblicua. Algunos de los cambios radiográficos que podemos encontrar son los siguientes: las soluciones de continuidad dividen en tercios o mitades en el plano parasagital del hueso navicular, los bordes de estas soluciones son limpios y redondeados, puede haber presencia de quistes en la médula (si es inestable esa unión cartilaginosa) y remodelación ósea en las zonas periarticular; sin embargo estos hallazgos no pueden ser considerados patognomónicos (Fig. 100 y 101) (Harcourt y *et al*, 2018; Benninger y *et al*, 2005).

La diferenciación radiográfica entre un hueso bipartito y una fractura crónica es difícil, se dice que el espacio radiolúcido correspondiente a solución de continuidad es más amplio en el primer caso. En el caso de huesos tripartitos es difícil creer que dos fracturas ocurrirían de una forma tan simétrica y que estén revestidas de cartílago. La mala interpretación de las radiografías puede generar diferencias entre el propietario, el médico veterinario y en algunos casos

con la aseguradora o terceras partes (Harcourt y *et al*, 2018; Van der Zaag y *et al*, 2016; Benninger y *et al*, 2005).

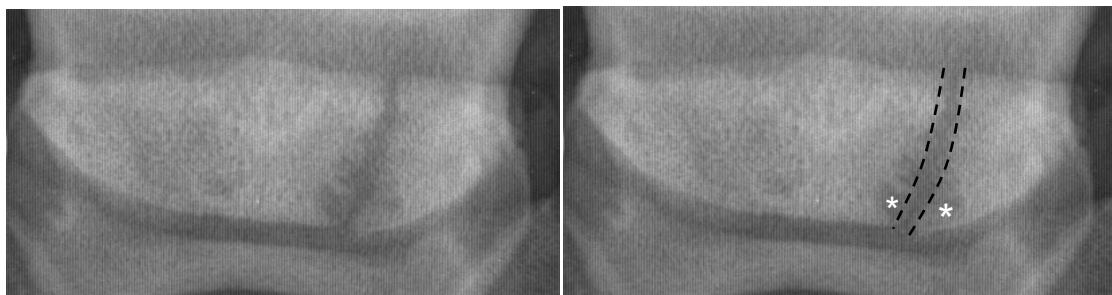


Figura 100. Hueso navicular bi-partito de un año Pura Sangre Inglés con claudicación aguda en ambos miembros anteriores, sin claudicación previa. Toma dorsoproximal-palmarodistal oblicua del miembro torácico izquierdo, se observa una solución de continuidad oblicua lateral y parasagital (líneas punteadas) con grandes áreas líticas adyacentes (*), el miembro contrario presentó cambios radiográficos similares, además de grandes áreas radiolúcidas a lo largo del borde distal (Modificado de Dyson, 2008).

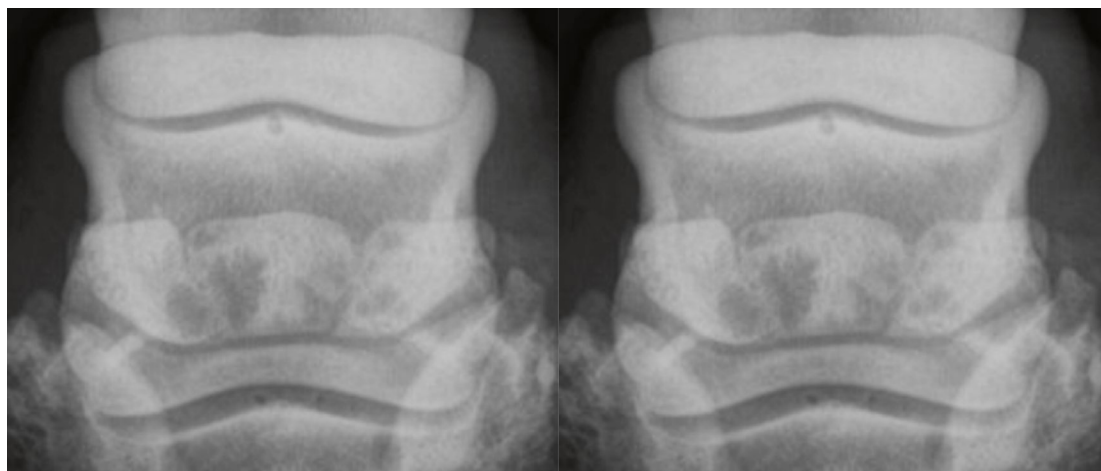


Figura 101. Hueso navicular tri-partito. Toma dorsoproximal-palmarodistal oblicua en la que se pueden observar dos soluciones de continuidad simétricas (que dividen al hueso navicular en tercios, líneas punteadas) rodeadas de zonas quísticas (*) (Modificada de Van der Zaag y *et al*, 2016).

La resonancia magnética puede ser utilizada para observar la partición y evaluar el daño a los tejidos blandos adyacentes (Fig. 102) (Harcourt y *et al* 2018).

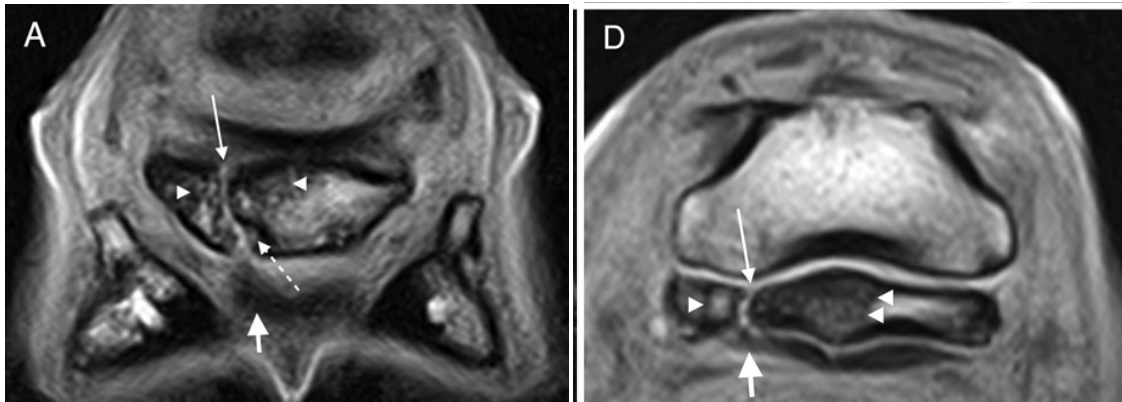


Figura 102. Partición lateralizada del hueso navicular.T1- Secuencias ponderadas del miembro torácico izquierdo en los planos frontal (a) y transversal (d). Lateral se encuentra a la izquierda. Se puede observar la partición del hueso (flechas largas), con baja señal hipotensa (puntas de flecha) adyacente al defecto, sugerente de esclerosis asociada. Los defectos circulares del margen distal (flecha punteada) son evidentes en el plano frontal (a). El tejido anormal (flechas cortas) que se extiende dorsalmente desde el lóbulo lateral del tendón flexor digital profundo y hacia el defecto cóncavo de la superficie flexora del hueso navicular adyacente es evidente en las imágenes (a) y (d) (Modificado de Harcourt y *et al*; 2018).

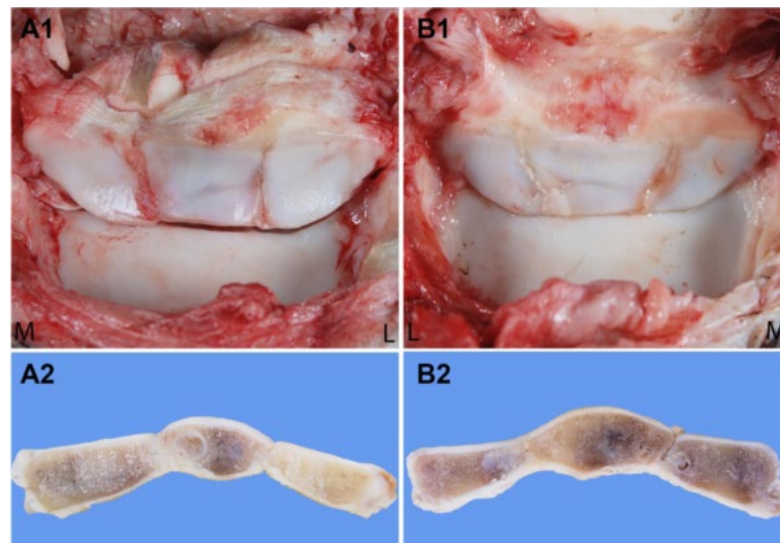


Figura 103. Hallazgos patológicos macroscópicos de los huesos naviculares tri-partitos del miembro torácico izquierdo (a) y el miembro anterior derecho (b) (paneles1: articulación interfalángica distal, paneles 2: superficie del corte transversal; fijados con formalina). Ambos huesos naviculares consisten en tres piezas óseas del mismo tamaño unidas por tejido fibroso. En la superficie de los cortes transversales se pueden apreciar estructuras quísticas bien delimitadas, redondeadas y de tamaño variable, adyacente a los sitios de unión (Modificada de Van der Zaag y *et al*, 2016).



Figura 104. Radiografías correspondientes a las imágenes anteriores (Modificado de Van der Zaag y *et al*, 2016).

Tratamiento

Como se mencionó anteriormente estos caballos no muestran signos clínicos, hasta que hay cambios degenerativos secundarios a una partición inestable, así que normalmente no requieren tratamiento. La neurectomía del nervio digital palmar ha sido usada con éxito en caballos con claudicaciones asociadas a hueso navicular bipartito o tripartito (tomando en cuenta aquellos caballos con cambios patológicos asociados a esta condición), sin embargo, debemos considerar que también puede estar asociada a lesiones en el TFDP, podremos descartar que se trata de una lesión en el tendón realizando un bloqueo a su vaina (Ross y Dyson, 2011).

Pronóstico

El pronóstico para caballos con partición del hueso navicular por lo general es favorable, pero poco se conoce acerca de cómo esta anomalía anatómica daña los tejidos blandos adyacentes (Harcourt y *et al*, 2018). Y muchos de los caballos con esta condición congénita nunca presentan signos clínicos y cambios radiográficos relacionados y pueden desempeñar su función zootécnica con éxito.

7. Patologías óseas que involucran a la falange distal.

7.1. Laminitis

Definición, Etiopatogenia y epidemiología

La laminitis es una enfermedad severa del equino que produce dolor agudo y mucho sufrimiento en el casco, afectando el bienestar del caballo. La falange distal se encuentra suspendida dentro del casco gracias a un complejo aparato de fijación, la muralla del casco en su interior tiene una textura laminar (láminas primarias) que se interdigitan con las láminas secundarias que se encuentran en la superficie parietal de la falange distal, estas láminas tienen la función de incrementar la superficie de contacto y por lo tanto de fijación entre la falange distal y el casco. Se dice que un caballo tiene laminitis cuando dicho aparato de fijación se encuentra comprometido, pero por definición la laminitis es la inflamación de las láminas encargadas de la unión del casco (Ross y Dyson, 2011, Collins y *et al*, 2010; French y Pollitt, 2010, Pollitt, 2016).

Los vasos sanguíneos y nervios que se encuentran en el área se obstruyen y/o se rompen comprometiendo la irrigación de todos los tejidos blandos adyacentes, entre ellos, el corion coronario y el solar, incluso también se ve lisis ósea en el margen solar de la falange distal (Pollit, 2016; Ross y Dyson, 2011; Colon y *et al*, 2019; Baxter, 2011).

Las láminas del casco se encargan de la unión entre el tejido conjuntivo del corion y la capa de células basales de las láminas epidérmicas. En la fase aguda de la enfermedad se puede producir el desprendimiento de la células epidérmicas y lisis de la membrana basal laminar, comprometiendo así la unión entre la falange distal y la pared interna del casco (Ross y Dyson, 2011; Colon y *et al*, 2019).

Los cambios morfológicos en las células epidérmicas laminares se asocian con la lisis y la distorsión de la membrana basal, teniendo como resultado el hundimiento de la falange distal y su distanciamiento de la pared del casco. El grado de separación y hundimiento va de ligero a severo, siendo el peso del caballo un

factor importante en la severidad. Los caballos pequeños tienen menor probabilidad de desarrollar esta patología (Ross y Dyson, 2011).

Existen seis teorías para explicar la etiopatogenia de la laminitis, las cuales se describen a continuación.

1- **Teoría de las metaloproteinasas:** la deformación patológica del aparato de fijación antes mencionado tiene comienzo durante la fase aguda, uno de los mecanismos para generar este daño está relacionado con las enzimas laminares que responden al estrés y las tensiones ejercidas en el área y el crecimiento constante del casco. La producción de estas enzimas es constante y suficiente para liberar la unión entre las células, manteniendo la disposición y forma correcta de las láminas. Las láminas del casco migran lentamente hacia distal como resultado de la proliferación del casco a la altura de la corona, esta migración va más allá de la membrana basal estacionaria que se encuentra firmemente unida al tejido conectivo que cubre la superficie parietal de la falange distal.

Durante la fase aguda de la laminitis ya se encuentra comprometida la membrana basal, hay un aumento descontrolado en la producción y activación de enzimas laminares, teniendo como resultado la separación descontrolada de estas. Las enzimas que hasta el momento se conoce que participan en este proceso de destrucción del aparato de fijación laminar son: MMP-2, MMP-9, MMP-14 y la agreganasa (ADAMTS-4) (Ross y Dyson, 2011, French y Pollitt, 2010; Kyaw-Tanner y *et al*, 2008; Colon y *et al*, 2019; Black, 2016; Baxter, 2011).

2- **Teoría de isquemia- reperfusión:** fue desafiada en un estudio donde se indujo la patología laminar utilizando nuez negra y se midió la concentración de xantina oxidasa, que se aumenta en procesos isquémicos y en dicho estudio se encontró ausente. En otros estudios se ha determinado que en el desarrollo de laminitis por consumo de carbohidratos e hiperinsulinemia los vasos encargados de la perfusión del casco equino se dilatan, lo cual muestra que hay factores más importantes, por ejemplo, la inflamación. La

separación de las láminas no está dada por la isquemia en sí, sino por la falta de aporte de glucosa. French y sus colaboradores en 2010 realizaron un estudio *in vitro* en el que determinaron que hay separación y daño de las láminas si no hay aporte de glucosa; sin embargo, en la actualidad no se conocen los factores exactos que causan la laminitis (Ross y Dyson, 2011; French y Pollit, 2010; Wilford, 2011; Baxter, 2011).

3- **Teoría de dietas altas en carbohidratos:** en dietas altas en carbohidratos las especies de estreptococos proliferan rápidamente (*S. lutetiensis*), y su función es la fermentación de carbohidratos y la producción de ácido láctico, dietas con altas cantidades de glucosa producen excesiva reproducción de estas bacterias y posteriormente su muerte, de esta forma encontramos presencia de endotoxinas de bacterias gramnegativas en circulación. Debido a esto se cree que esta es la causa de laminitis en caballos con colitis y otros procesos sépticos como: pleuroneumonía y retención de membranas fetales, ya que cursan con pirexia y un estado “endotóxico” (**teoría de la endotoxemia**) que generalmente se diagnostica por los signos clínicos, aunque puede confirmarse mediante el ensayo de la endotoxina, el factor de necrosis tumoral y la interleucina-6 (IL-6) junto con otras citocinas que son expresadas por fagocitosis mononuclear (Ross y Dyson, 2011; Pollitt, 2016; Colon y *et al*, 2019; Wilford, 2011; Belknap y Geor, 2017).

Esp y Pollit (2009) realizaron un estudio en el cual administraron oligofruktosa a 6 caballos pura sangre inglés, todos presentaron signos compatibles a las 36 horas de iniciado el experimento y mostraron cambios histológicos y separación de las láminas (Esp y Pollit, 2009, Ross y Dyson, 2011).

4. **Teoría de la hiperinsulinemia.** Los niveles elevados de insulina circulante se asocian a laminitis en ponis y caballos, produciendo signos clínicos entre 40 y 72 horas, genera cambios en la microcirculación periférica y se ha intentado atribuir esta enfermedad a la presencia de isquemia en el área, pero lo que se

observó fue vasodilatación temprana y prolongada. Los receptores para insulina laminares se encuentran en los vasos sanguíneos y producen óxido nítrico en presencia de insulina, que es un vasodilatador. Esta vasodilatación no regulada resulta en una absorción excesiva de glucosa, produciendo glucotoxicidad laminar y estrés oxidativo (Ross y Dyson, 2011, De LAAT y *et al*, 2010, Pollitt, 2016). Nourian y sus colaboradores estudiaron la fisiopatología, utilizaron 9 ponis sin presencia de claudicación con pesos y edades variables, a 4 los utilizaron como grupo control administrado solución salina al 0.9%, los 5 restantes se les indujo hiperinsulinemia mediante la técnica de clamp hiperglicémico modificada a infusiones de insulina humana recombinante y glucosa. Todo el grupo tratado desarrollo laminitis en 55.4+/-5.91 horas tras la administración de insulina sin presentar lo signos clínicos de una laminitis inducida por consumo de carbohidratos, pero los cambios histopatológicos fueron los mismos (Nourian y *et al*, 2009; Belknap y Geor, 2017).

Existen muchas formas en las que un caballo puede desarrollar hiperinsulinemia, el *síndrome metabólico* y la resistencia a la insulina, ya que a diferencia de las personas los caballos con esta condición no presentan agotamiento pancreático e hiperglucemia, sino grandes cantidades de insulina sérica (Baxter, 2011). El *síndrome de Cushing* presente en caballos de edad avanzada con hiperplasia de la glándula pituitaria, origina un desbalance hormonal relacionado con hiperinsulinemia (Ross y Dyson, 2011; Pollitt, 2016; Baxter, 2011).

5. Teoría de administración exógena de corticosteroides de forma indiscriminada: el uso indiscriminado de corticoesteroides, como acetato de metilprednisolona, dexametasona, betametasona y triamcinolona, está relacionado con el desarrollo de laminitis independientemente de su vía de administración. Se ha observado que su administración por vía intramuscular, incrementa la concentración de insulina sérica, esto se debe tomar en cuenta al administrarlos, sobre todo en pacientes con síndrome metabólico y síndrome de Cushing. (Ross y Dyson, 2011; Colon y *et al*, 2019; Wilford, 2011; Belknap y Geor, 2017).

6. Teoría de imposición de carga sobre uno de los miembros: es una causa de laminitis en caballos que apoyan su peso en uno de sus miembros por tiempo prolongado, esto lo hacen como mecanismo de protección al miembro contralateral previamente afectado, dificultando la perfusión sanguínea y el aporte de glucosa, por ejemplo, en fracturas.

Se puede prevenir o retrasar utilizando vendajes elásticos que promuevan que el caballo apoye el miembro afectado, brindando una cama de viruta o arena con un espesor considerable, que le permita acostarse cómodamente y apoyar favoreciendo el flujo sanguíneo y de ser posible se recomienda caminarlos al menos cada 6 horas (Ross y Dyson, 2011; Colon y *et al*, 2019; Baxter, 2011).

La laminitis es importante a nivel mundial y representa una amenaza para todos los caballos, tiene una prevalencia del 7 al 14%, de este porcentaje el 75% desarrolla un cuadro tan severo que se le induce eutanasia (Guzmán, 2018; Collins y *et al*, 2010). Es considerada la segunda causa de muerte en équidos mayores a un año de edad, después del síndrome abdominal agudo (Pollit, 2016; Belknap y Geor, 2017).

Los ponis muestran un alto índice de laminitis, esto puede estar relacionado con su predisposición a desarrollar resistencia a la insulina; también se ha observado un alto índice en yeguas de cría, esto se cree que tiene relación con los cambios metabólicos propios de la gestación, la lactancia y la inflamación causada por metritis; por último, en sementales se encuentra asociada con su alimentación alta en carbohidratos (Belknap y Geor, 2017).

Diagnóstico

Signos clínicos

La fase aguda de la laminitis se caracteriza por una claudicación con una severidad variable, que puede afectar a uno o más miembros, se observa con mayor frecuencia en los miembros torácicos y suele ser unilateral por la carga de peso prolongada en el miembro afectado. Los caballos se rehúsan a caminar, cuando caminan su marcha es rígida, sus talones entran en contacto con el suelo

antes que la pinza del casco, hay un acortamiento notorio de la fase posterior y en superficies duras y círculos se exagera la claudicación. En estática adoptan una postura característica de la enfermedad desplazando los miembros pélvicos hacia craneal, y cambian el peso de miembro constantemente (Fig. 105). El grado de claudicación es proporcional a la severidad del daño histopatológico en las láminas del casco, cuando aparecen los primeros signos de dolor la morfología de estas láminas ya se encuentra afectada; a la observación microscópica durante la fase aguda hay un aumento de espacio entre las láminas primarias y secundarias (Ross y Dyson, 2011; Pollitt, 2016; Colon y *et al*, 2019; Belknap y Geor, 2017).

Durante años se ha usado la clasificación de Obel (1948), para definir el grado de claudicación que presentan los caballos con laminitis, a continuación, se mencionarán dichos grados:

- **Grado 1:** Al pararse el caballo cambia su peso de un miembro pélvico al otro continuamente, no se observa claudicación al paso, pero se observa una marcha forzada al trote.
- **Grado 2:** Se mueve voluntariamente al paso y al trote, pero con un acortamiento del paso, se pueden levantar los miembros del suelo sin dificultad.
- **Grado 3:** Se rehúsan a moverse y ponen resistencia para levantar el miembro afectado o el contralateral.
- **Grado 4:** Absoluta resistencia a moverse.

(Menzies-Gow y *et al*, 2010; Belknap y Geor, 2017).

A la palpación se encontrarán los siguientes signos: incremento de la intensidad del pulso digital, aumento de temperatura de la muralla del casco, se puede sentir en la banda coronaria una depresión compatible con el hundimiento de la falange distal (esto ocurre durante la fase crónica) (Fig. 106) y a la presión ejercida con pinzas para casco hay una respuesta dolorosa (Ross y Dyson, 2011; Colon y *et al*, 2019; Belknap y Geor, 2017).



Figura 105. Posición en estática característica de un caballo con laminitis (Modificado de Pollitt, 2016).

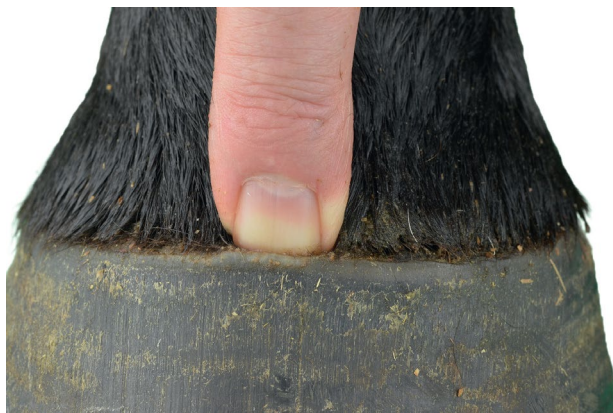


Figura 106. Depresión palpable en la banda coronaria compatible con hundimiento de la falange distal (Modificado de Pollitt, 2016).

En la fase crónica de la laminitis la falange distal se desplaza, perdiendo su posición anatómica dentro del casco, como consecuencia del deterioro de las láminas. Este desplazamiento puede tener distintas direcciones, a continuación serán mencionadas:

1. **Rotación capsular:** desviación angular entre la superficie parietal de la falange distal y la muralla del casco.
2. **Rotación de la falange distal:** desviación angular entre la superficie parietal de la falange distal y el eje podofalángico.

- 3. Hundimiento:** desplazamiento hacia distal de la falange distal tomando como relación el proceso extensor y la corona del casco.
- 4. Rotación y hundimiento de la falange o un hundimiento asimétrico** (Fig. 107 y 108) (Ross y Dyson, 2011).

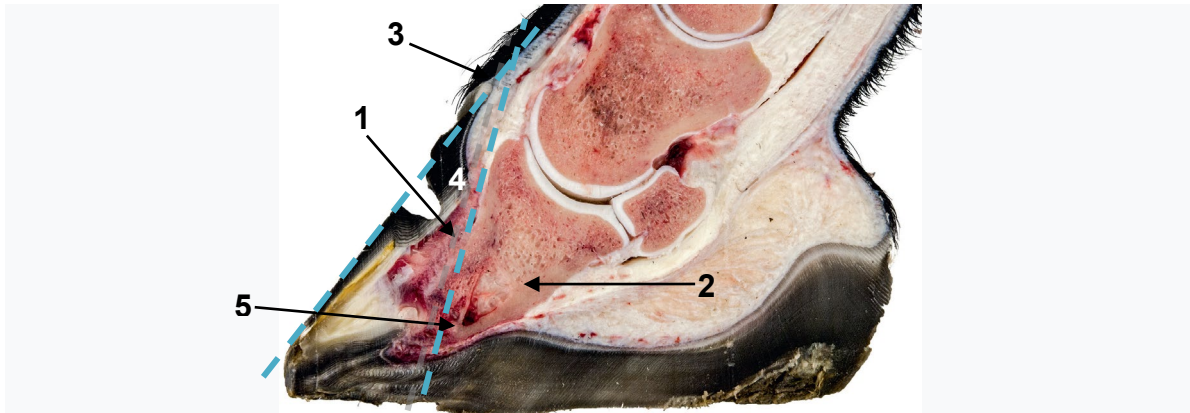


Figura 107. Corte sagital del casco de un potro pura sangre inglés con laminitis crónica, en este corte podemos apreciar la separación de las láminas (1), el hundimiento de la falange distal (2), la dermis coronaria y el corion perióplico no muestran cambios (3), la pared dorsal del casco no es paralela a la superficie parietal de la falange distal (4) y la falange distal se encuentra fuera de la cápsula del casco (5) (Modificado de Pollitt, 2016).

En un casco sano, la distancia perpendicular que existe entre la muralla del casco y la superficie parietal de la falange distal es de hasta 18mm, y la distancia vertical entre el aspecto proximal de la cápsula del casco y el aspecto dorsal del proceso extensor es de 14mm aproximadamente, se debe tomar en cuenta que estas medidas son un promedio, por lo tanto, no consideran la raza y la talla del caballo.

La rotación y hundimiento de la falange distal producen el deterioro de los tejidos blandos adyacentes, esta es la causa de dolor en la enfermedad. El desplazamiento en combinación con la inflamación secundaria puede producir cambios neuropáticos, como dolor a estímulos que en condiciones normales no generan el umbral necesario (alodinia) o disminución del umbral de dolor (hiperalgesia); este estado de cronicidad no responde a la administración de AINEs (Ross y Dyson, 2011).

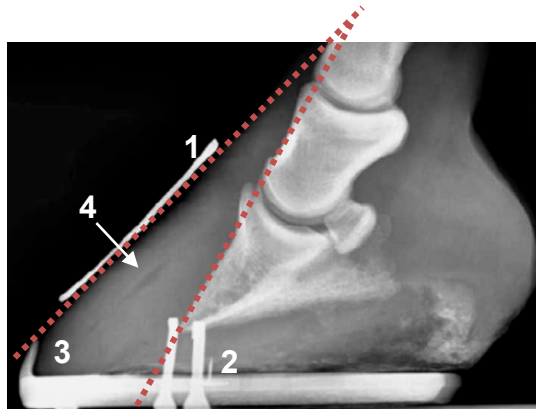


Figura 108. Caballo árabe de 6 años de edad con laminitis crónica. Toma lateromedial del casco (sin quitar la herradura), como medio de contraste se utilizó un objeto radiodenso en la muralla del casco (1) y una tachuela en el ápice de la ranilla (2). Se puede observar que el casco se encuentra largo de pinza (3), hay una solución de continuidad entre las láminas del casco que corresponde a su separación (4) y por último observamos la rotación de la falange distal (líneas punteadas) (Modificado de Buttler, 2017).



Figura 109. Abombamiento de la suela (flechas). Caballo con laminitis crónica, esto indica el hundimiento la falange distal, daño vascular, necrosis de los tejidos blandos adyacentes y finalmente el prolapso de la falange distal (Modificado de Pollitt, 2016).

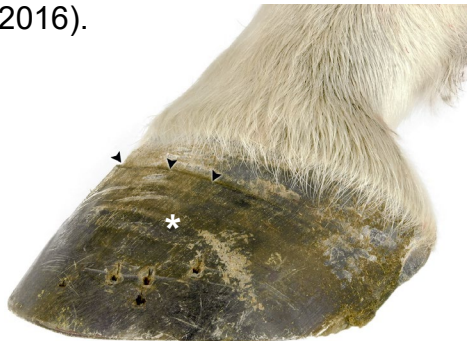


Figura 110. Ceños. Casco de un pony australiano de 17 años de edad con laminitis por hiperinsulinemia, a las 10 semanas de iniciados los signos clínicos. Se puede observar un surco profundo en la pared dorsal del casco (cabezas de flecha), dicho surco se encontraba a la altura de la corona y se ha desplazado con el crecimiento del casco. También se pueden observar ceños o anillos de crecimiento que convergen dorsalmente, en condiciones normales son paralelos (*) (Modificado de Pollitt, 2016).

Como ya se mencionó el desplazamiento de la falange distal genera cambios en los tejidos blandos de alrededor, uno de ellos es la formación de “seromas”, observados en una toma radiográfica lateromedial como una solución de continuidad radiolúcida en el sitio de unión de las láminas del casco, conforme el casco crece el espacio generado por dicha separación se desplaza hacia distal favoreciendo el crecimiento bacteriano. Otros cambios presentes en la fase crónica de la laminitis son: hematomas solares generados por daño vascular, crecimiento deforme del casco, presencia de anillos de crecimiento o ceños en la muralla del casco (Fig. 110), aplanamiento de la suela (palmitiesos), abombamiento de la suela por la presión que ejerce la falange distal (Fig. 109), osteítis pedal, prolapso de la falange distal a través de la suela y formación de abscesos en la zona del prolapso (Ross y Dyson, 2011; Colon y *et al*, 2019; Baxter, 2011; Belknap y Geor, 2017).

Para la prevención y control de la laminitis deben ser tomadas en cuenta todas las condiciones asociadas a la enfermedad, como lo son la hiperinsulinemia, la administración de corticosteroides y la endotoxemia. En el síndrome metabólico los caballos presentan acumulación de grasa en el cuello, el dorso y la cruz y la insulina sérica excede los 100 μ IU / mL (rango normal 8-30 μ IU / mL); y en el síndrome de Cushing su pelaje es hirsuto, crece más de lo normal y no se desprende con facilidad, su abdomen es pendulante, acumulan grasa supraorbital, presentan poliuria-polidipsia y son susceptibles a infecciones y a laminitis; también generan altas concentraciones de insulina sérica, glucosa, hormona adrenocorticotrópica y cortisona. Se les debe monitorear la concentración de insulina en sangre, ya que aquellos caballos que presentan concentraciones mayores a 188 μ IU/mL están predispuestos a desarrollar laminitis. Los caballos que tienen laminitis secundaria a este síndrome suelen no responder al tratamiento (Ross y Dyson, 2011, Pollitt, 2016).

Analgesia perineural

El grado de respuesta analgésica es variable y es independiente del grado de dolor, al bloqueo abaxial la respuesta puede ser absoluta en algunos caballos,

mientras en otros puede no generar respuesta o incluso tener una respuesta parcial, es importante resaltar que el bloqueo perineural en busca de eliminar el dolor puede fomentar la locomoción y agudizar el daño (Ross y Dyson, 2011).

Imagenología

El examen radiográfico es fundamental para determinar el plan terapéutico y el pronóstico en cada uno de los casos; las tomas de rutina para el diagnóstico son lateromedial y dorsopalmar. La toma lateromedial nos permite observar el grado de hundimiento y rotación de la falange distal y la separación de las láminas del casco, como una solución de continuidad radiolúcida correspondiente a la presencia de gas; la toma dorsopalmar es usada para medir el balance mediolateral.

Un objeto radiodenso es colocado como medio de contraste en el aspecto dorsal de la muralla, debe ir de la corona a la pinza del casco, esto nos ayuda a medir el grado de desplazamiento de la falange distal. La superficie parietal de la falange distal debe de ser paralela a la muralla del casco y al dibujar dos líneas estas no deben de interceptarse en ningún punto (Butler, 2017; Ross y Dyson, 2011; Pollitt, 2016). Es muy importante resaltar que la laminitis no es la única patología que puede producir rotación de la falange distal, incluso la falta de recorte del casco puede dar la impresión de una rotación.

Existen mediciones radiográficas para determinar si se trata de laminitis u otra causa de rotación de la falange distal, estas se realizan en una toma lateromedial, a continuación serán enlistadas: *ángulo S* entre la pared dorsal del casco y el suelo, *ángulo T* entre la superficie parietal de la falange distal y el suelo, *ángulo U* eje podofalángico, *distancia vertical D* entre el aspecto proximal de la muralla del casco (corona) y el límite proximal del proceso extensor de la falange distal y *la distancia WT* entre la muralla y la superficie parietal de la falange distal (Fig. 111) (Cripps y Eustace, 1999).

El grado de rotación de la falange distal se calcula restando el ángulo S y el ángulo T, aquellos caballos con un grado de rotación menor a los 5.5 grados

tienen probabilidad de volver a su función atlética, mientras aquellos con 11.5 grados de rotación tienen un pronóstico desfavorable, no podrán desempeñar su función zootécnica y son candidatos a la eutanasia (Pollitt, 2016).

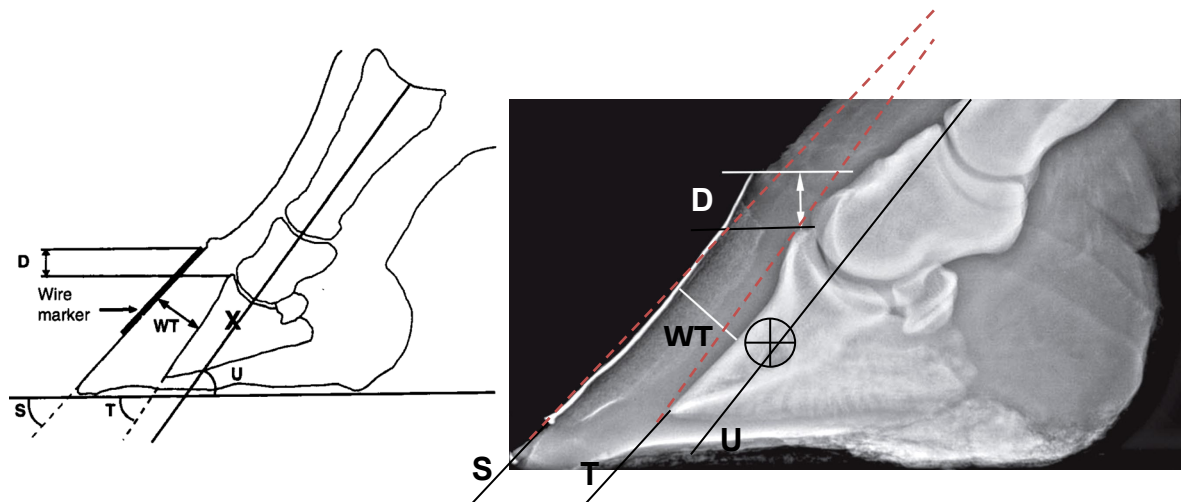


Figura 111. Esquematización de la medición de los ángulos para determinar el grado de rotación y hundimiento de la falange distal en caballos con laminitis (Modificado de Cripps y Eustace, 1999; toma radiográfica modificada de Pollitt, 2016).

La venografía tiene gran importancia diagnóstica, ya que nos permite determinar la severidad del daño a los tejidos blandos adyacentes, darle seguimiento al caso, evaluar nuestro tratamiento médico y establecer nuestro pronóstico. En esta técnica evaluamos el plexo venoso sublaminar, en un caballo sano tiene un ancho de 3.0mm y una distancia de 8.0mm entre el vértice de la falange distal y los vasos circunflejos. En un caballo con laminitis se observa incremento del ancho del plexo venoso y menor difusión del medio de contraste, por la compresión de los vasos sanguíneos que se encuentran en el aspecto dorsal y la suela (Fig. 112) (Butler, 2017; Ross y Dyson, 2011; Pollit, 2016; Baxter, 2011). El procedimiento se describe en el capítulo de técnicas diagnósticas de la región.

Tratamiento

Tratamiento médico

Cuando la laminitis es secundaria a otro proceso patológico se debe buscar solucionar o al menos controlar la causa primaria de la enfermedad, de esta forma también se reduce la severidad de la misma y por lo tanto mejorará el pronóstico

del caso; por ejemplo, aquellos caballos que tiene probabilidad de presentar endotoxemia secundaria a un proceso inflamatorio o séptico reciben un tratamiento antiendotóxico; se ha comprobado que el uso de flunixin de meglumina a dosis de 0.25mg/kg tres veces al día o 1.1mg/kg dos veces al día IV tiene el efecto antiendotóxico deseado (Ross y Dyson, 2011; Colon y et al, 2019).

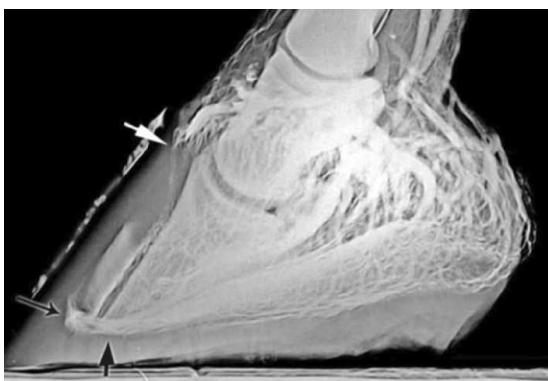


Figura 112. Venografía de casco, de un caballo de 18 años de edad con laminitis, evolución de 7 días. En esta toma podemos observar la falta de difusión del radiofármaco en el aspecto dorsal del casco correspondiente al plexo coronario (Modificado de Butler, 2017).

Los AINEs son utilizados por su eficiencia antiinflamatoria y analgesia secundaria, en la actualidad la fenilbutazona a una dosis de 4.4mg/kg es la más utilizada por su eficiencia y por su bajo costo, se recomienda en combinación con flunixin de meglumina a dosis baja (0.25mg/kg dosis antiendotóxica); se pueden emplear otros antiinflamatorios como el ketoprofeno. También se usan otros fármacos como el dimetilsulfóxido (DMSO) por vía intravenosa, por su propiedad de eliminación de radicales libres y su efecto antiinflamatorio. Es importante mencionar que mientras el caballo este bajo efectos de analgesia, se debe mantener en confinamiento y el ejercicio se encuentra contraindicado (Ross y Dyson, 2011; Colon y et al, 2019; Baxter, 2011).

En la actualidad no existe un tratamiento farmacológico que logre detener o bloquear la laminitis, con la teoría de las metaloproteinasas existe la esperanza de una terapia con inhibidores de proteasas, se ha intentado ver la eficiencia de inhibidores de las MMP *in vitro* en la laminitis aguda, sin embargo no se ha

establecido si pueden prevenir o mejorar esta enfermedad (Ross y Dyson, 2011; Baxter, 2011).

La crioterapia es de gran utilidad en caballos con laminitis aguda, de preferencia debe emplearse de forma preventiva, el frío ayuda a disminuir el metabolismo laminar, la inflamación, la actividad de las MMP, el dolor y produce vasoconstricción, disminuyendo el impacto sobre el tejido laminar (Ross y Dyson, 2011; Eps y Pollitt, 2010; Van y et al, 2011).

El uso de pediluvios calientes y fármacos que produzcan vasodilatación, está contraindicado en la fase aguda de la enfermedad, pero durante la fase crónica el clorhidrato de isoxsuprina (0.6mg/kg PO BID), la acepromacina (0.02-0.066 mg/kg IV, IM PO) y el trinitato de glicerilo pueden tener un efecto benéfico en aquellos caballos que ya presentan daño laminar severo, sin embargo su uso y eficiencia es cuestionable (Ross y Dyson, 2011).

Se utilizan herrajes terapéuticos, con la finalidad disminuir el daño mecánico causado por diversos factores como: el peso del caballo, la fuerza ejercida por el tendón flexor digital profundo y el apalancamiento producido al dar cada paso; estos favorecen el hundimiento y la rotación de la falange distal (Baxter, 2011).

Los caballos se descalzan para disminuir la carga de peso en el aspecto dorsal del casco, y se les debe de proporcionar una cama de gran espesor que favorezca el retorno venoso y le brinde la posibilidad de acostarse. Se recomienda el uso plantillas de distintos materiales que se adaptan a la forma de la suela, estas funcionan como almohadillas y se deben alargar hacia dorsal de 1.3 a 2.5cm, para minimizar la carga (Fig. 113) (Ross y Dyson, 2011). También se recomienda el uso de herraje de huevo que ayude a disminuir la tensión sobre el tendón flexor digital profundo y como consecuencia en el aspecto dorsal del casco; la herradura de candado en forma de corazón desvía la carga de peso hacia la ranilla y disminuye el contacto de los talones con el suelo al hacer una función de cuña (Baxter, 2011).



Figura 113. Caballo con plantilla de espuma comprimida, recortada al tamaño de su casco y fijada con cinta, para facilitar el retorno venoso y disminuir el dolor (Tomado de Ross y Dyson, 2011).

Aquellos caballos con hiperinsulinemia deben ser monitoreados, se les mide la concentración de insulina sérica tras 4 horas sin ingesta de alimentos, si se encontrara elevada debe llevarse un control de su dieta para disminuir el índice glucémico, una buena dieta y el incremento de ejercicio reducen la resistencia a la insulina en caballos. Se han probado medicamentos empleados en humanos diabéticos como la metformina a una dosis de 15mg/kg PO cada 12 horas, pero el efecto va disminuyendo con el paso del tiempo (Ross y Dyson, 2011; Rendle, 2013).

En caballos con síndrome de Cushing se ha utilizado el mesilato de pergolida a una dosis de 0.002-0.006mg/kg/SID, este reduce la producción de ACTH en la hipófisis y como consecuencia controla la secreción de cortisol por parte de la glándula adrenal y de insulina, causante de la laminitis (Ross y Dyson, 2011).

Se recomienda un balance de la dieta, para evitar el consumo excesivo de carbohidratos (Colon y et al, 2019).

Tratamiento quirúrgico

Consiste en la tenotomía del tendón del músculo flexor digital profundo de los miembros anteriores, se puede realizar en el tercio medio de la caña o la altura de la cuartilla. Se recomienda en primera instancia el abordaje proximal, ya que

comúnmente se forma un tejido de cicatrización entre los extremos del tendón, formándose una adherencia entre el tendón profundo y el superficial y causando una deformidad flexural a la altura del menudillo; para estos caballos la única opción es la tenotomía al nivel de la cuartilla. Otros autores recomiendan realizar como primera opción el abordaje distal, para evitar estas adherencias, pero debemos tomar en cuenta a la vaina digital y la cirugía debe ser realizada bajo las condiciones apropiadas para evitar una infección. Ambas técnicas han mostrado disminución de la claudicación en caballos con una laminitis crónica (Fig. 114) (Londoño y *et al*, 2011; Fitch, 2012).

Esta técnica es recomendada para mejorar la calidad de vida y en caballos utilizados para la reproducción, también se realiza con la finalidad de evitar la eutanasia, pero estos caballos no deberán desempeñar ninguna actividad atlética (Londoño y *et al*, 2011).

También se ha reportado la colocación de un tornillo cortical de 5.5mm de diámetro colocado unicortical bajo la función de tracción, desde la línea media de la muralla dorsal hacia la superficie parietal de la falange distal en caballos con rotación de la misma. Ayuda a contrarrestar la tracción ejercida por el TFDP, sin embargo se requiere más investigación para determinar su eficiencia en caballos con laminitis (Fig. 115) (Carmalt y *et al*, 2019).



Figura 114. Tenotomía del tendón del músculo flexor digital profundo a la altura del tercio medio de la caña (Tomado de Londoño y *et al*, 2011).

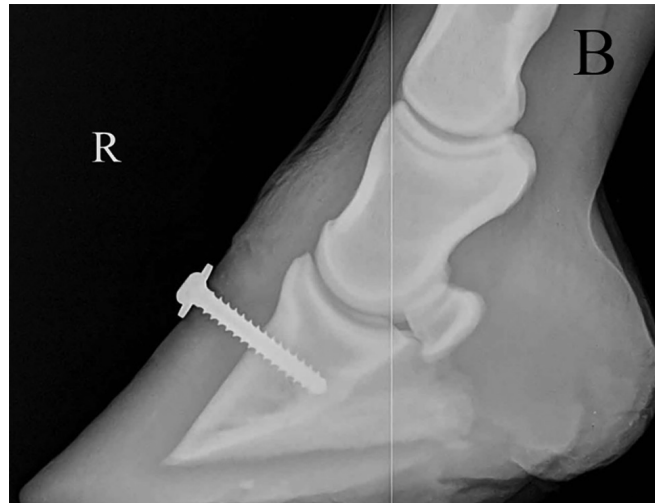


Figura 115. B) Toma radiográfica lateromedial de un caballo con laminitis inducida con oligofructosa, con la colocación de un tornillo cortical de 5.5mm (con arandela), 2cm distal a la banda coronaria; C) Espécimen en el que observa la ubicación para la colocación de dicho tornillo (Modificado de Carmalt y *et al*, 2019).

Pronóstico

El éxito terapéutico de esta enfermedad radica en la prevención efectiva y el tratamiento temprano. La rotación de la falange distal por lo general se puede tratar con éxito, pero en aquellos casos en los que se presenta hundimiento el pronóstico es reservado. Los caballos con un grado severo de rotación y

hundimiento de la falange distal durante las primeras 4 a 6 semanas, a partir del inicio de los signos clínicos, tienen un pronóstico desfavorable (Ross y Dyson, 2011).

En caballos que se encuentran en la fase crónica y presentan signos severos, como el prolapso de la falange distal a través de la suela del casco e infección del área de prolapso, el pronóstico es desfavorable. Aunque algunos caballos muestran una recuperación casi milagrosa, la gran mayoría sufre meses de incapacidad en conjunto con un dolor agudo y continuo, teniendo como consecuencia la disminución de la calidad de vida del caballo; esto lleva al médico y al propietario a inducir la eutanasia, para evitar el sufrimiento. Además, el tratamiento de la enfermedad puede representar un gasto fuerte para el propietario. (Ross y Dyson, 2011, Pollitt, 2016).

Se hará una revisión de los eventos de cada fase de la laminitis de manera progresiva, los cambios morfológicos de cada una y los mecanismos de dolor presentes (Cuadro 2):

Fases y Duración	Signos clínicos	Integridad estructural/ funcional	Claves anatómicas, patológicas y mecanismo potencial de dolor
Subclínica 24-72 horas.	No hay presencia de signos clínicos indicativos de dolor.		Inicio de la degradación laminar y lisis de la membrana basal en respuesta a cualquier mecanismo mencionado (vascular, mecánico, enzimático; etc.).
Aguda 48-72 horas. El caballo puede recuperarse y entrar a una etapa subaguda o puede entrar a la	Inicio de signos clínicos, postura de dolor y marcha irregular		Perdida de adhesión de las láminas. Disfunción vascular: (vasoconstricción, vasodilatación, coagulopatía vascular, inflamación y/o isquemia). Producción de radicales libres. Disfunción metabólica Dolor inflamatorio.

fase crónica.			Dolor nociceptivo
Crónica Permanente	Reducción del rendimiento atlético LCR responden a los métodos paliativos tradicionales. LER no responden a los métodos paliativos tradicionales. Episodios recurrentes de laminitis aguda	Aparato de fijación de la falange distal comprometido y hundimiento de la falange distal. Luxación de la falange distal dentro de la cápsula del casco LCR muestran estabilidad con los herrajes terapéuticos LER no muestran estabilidad con el herraje terapéutico	Cambios degenerativos y anatómicos en el casco. Trauma en los tejidos blandos y formación de edema. Desgarre y separación de las láminas. Hemorragias y formación de "seromas". Compresión de la corona y la dermis solar Reorientación papilar, separación de la banda coronaria y formación de lesiones por corte. Cicatrización de heridas y remodelación de los tejidos blandos adyacentes. Desarrollo de enfermedades secundarias en el casco. Modelado óseo y lisis. Prolapso de la falange distal y formación abscesos en el área.

Cuadro 2. Resumen de la progresión de la laminitis detallando los eventos fisiopatológicos y los mecanismos de dolor asociados, LCR= Laminitis crónica remitente LER=Laminitis exacerbada refractaria (Modificado de Collins y *et al*, 2010).

7.2 Osteoartritis de la articulación interfalángica distal

Definición, Etiopatogenia y epidemiología

La osteoartritis (OA) es una enfermedad crónico-degenerativa que se caracteriza por la destrucción gradual y progresiva del cartílago articular, adicionalmente hay inflamación de la membrana sinovial y de los tejidos blandos involucrados con la articulación: el hueso subcondral, los ligamentos colaterales, la cápsula articular y los tejidos periarticulares. La osteoartritis también se ha asociado con la presencia de hueso de neoformación en el proceso extensor de la falange distal y la exostosis anillada baja de la falange media (*low ring bone*) (Baxter, 2011).

La degeneración del cartílago articular se manifiesta con los siguientes cambios: fibrilación, fisuras, ulceraciones, pérdida del espesor y pérdida de la superficie articular. Todos estos cambios se estabilizan por medio de fibrosis de la cápsula articular, hueso de neoformación periarticular (osteofitos) y por último anquilosis de la articulación afectada, comprometiendo la eficiencia mecánica de la misma (Ysusi, 2012; McIlwraith, 2016; Dray y Read, 2007; McIlwraith y col 2010; McIlwraith, 2005).

Estas lesiones son producidas como consecuencia de la degradación enzimática de la matriz extracelular, resultando en la pérdida de los proteoglicanos y colágeno tipo II del cartílago, algunas de estas enzimas son las metaloproteinasas y las agrecanasas (Ysusi, 2012; Svala, 2015; Kidd y *et al*, 2001; Jara y Correa, 2016).

El proceso incluye dos fases, una fase anabólica en la que los condrocitos intentan reparar la matriz extracelular dañada y una fase catabólica en la que las enzimas producidas por células de distintos tejidos incluidos los condrocitos, favorecen la degradación de dicha matriz (McIlwraith, 2016).

Para su comprensión la OA ha sido clasificada en primaria y secundaria. La OA primaria puede tener un origen traumático agudo o puede ser causada por cargas repetitivas, como en cualquier articulación del caballo atleta. Los caballos con el eje podofalángico roto hacia palmar o dorsal y con otros desbalances en el casco, son particularmente propensos a estas cargas traumáticas constantes en la AID

(Baxter, 2011; Ysusi, 2012; McIlwraith, 2005; Kidd y *et al*, 2001; Butler, 2008; Jara y Correa, 2016; McIlwraith, 2016; McIlwraith, 2010).

Los traumatismos agudos o repetitivos pueden causar el desgarre de la cápsula articular y/o daño directo al cartílago articular y al hueso subcondral. También el tendón extensor digital común o el extensor digital largo, pueden generar tensión en su inserción al proceso extensor de la falange distal, contribuyendo a la periostitis y a la formación de un entesofito a lo largo del aspecto dorsal de la articulación (Baxter, 2011; Kidd y *et al*, 2001).

La OA secundaria es consecuencia de otras enfermedades que causan claudicación en el caballo e involucran a la AID directa o indirectamente, por ejemplo: síndrome navicular, fracturas completas del hueso navicular, fracturas articulares de la AID, la administración de fármacos intrasinoviales como corticosteroides de forma indiscriminada, quistes subcondrales de la falange distal, osteocondrosis y desmitis de los ligamentos colaterales de la AID. La prevención de OA es a menudo un aspecto importante en el tratamiento de las patologías antes mencionadas (Baxter, 2011; Ysusi, 2012).

La artritis traumática tiene una gran cantidad de etapas patológicas, las cuales se desarrollan después de uno o varios traumatismos, pudiendo estar involucradas las siguientes patologías: sinovitis, capsulitis, desmitis de un ligamento asociado con la articulación y fracturas intraarticulares (Baxter, 2011; McIlwraith, 2016; McIlwraith, 2005).

Esta patología en caballos se encuentra con mayor frecuencia en los miembros torácicos, en comparación con los miembros pélvicos; se ha determinado que el 60% de las claudicaciones están relacionadas con OA (Baxter, 2011).

Diagnóstico

Signos clínicos

Los caballos con esta enfermedad generalmente presentan efusión articular de la AID, sin embargo también puede estar presente en caballos sin daño articular,

aunque estos caballos usualmente tienen menos efusión y es simétrica. La mayoría de las efusiones articulares significativas se observan como un pequeño abultamiento justo por encima de la banda coronaria (Fig. 116), y el líquido palpable puede desplazarse hacia medial y lateral a lo largo la línea dorsal media de la articulación (Baxter, 2011; Ysusi, 2012; Dyson, 2011; McIlwraith, 2005; Kidd y *et al*, 2001).



Figura 116. La efusión articular de la AID, se puede observar y palpar como un aumento de volumen por encima de la banda coronaria (flecha) (Modificado de Baxter, 2011).

En un estado crónico la cápsula articular puede engrosarse (depósito de tejido fibroso), lo que resulta en un aumento de volumen firme por encima de la banda coronaria, la presión ejercida sobre dicha inflamación puede producir una respuesta dolorosa (Baxter, 2011; Ysusi, 2012; McIlwraith, 2005; Kidd y *et al*, 2001).

La manifestación clínica de OA esta descrita como la presencia de dolor durante el uso de la articulación y a menudo en reposo. Cuando el caballo flexiona o rota la articulación puede generarse dolor, este es un signo poco común en casos agudos, se observa con mayor frecuencia si la OA es crónica o secundaria a otra patología articular (Baxter, 2011; Dyson, 2011; Dray y Read, 2007; McIlwraith, 2005; Kidd y *et al*, 2001).

El grado de claudicación es variable, generalmente es dependiente de la cronicidad, si es primaria o secundaria y si uno o más miembros se encuentran afectados. La claudicación suele exacerbarse en superficies duras, en círculos y después de la prueba de flexión, la prueba de flexión no es específica, ya que se puede obtener respuesta de la articulación interfalángica proximal (Baxter, 2011; Dyson, 2011; McIlwraith y *et al*, 2016).

Es importante recordar que el cartílago articular no se encuentra innervado, por lo que muchos de los caballos con esta condición no muestran dolor hasta que se encuentra involucrado el hueso subcondral y la integridad de la articulación se encuentra comprometida (Baxter, 2011; Souza, 2016).

Analgesia de la AID

La claudicación asociada con una lesión en la AID frecuentemente mejora o desaparece con un bloqueo digital palmar, aunque posiblemente se requiera del bloqueo abaxial o en anillo para la eliminación de la claudicación (Baxter, 2011; Ysusi, 2012; Dyson, 2011; McIlwraith y *et al*, 2016).

La analgesia intraarticular no es específica para problemas articulares por su difusión, pero el uso de pequeños volúmenes de anestésico (6ml o menos) y la pronta respuesta positiva (dentro de los primeros 10 minutos), pueden mejorar la especificidad de la prueba, la mayoría de los caballos con dolor articular mejoran rápidamente. Si la claudicación únicamente tiene una mejoría parcial y persiste después de los 10 minutos, la articulación puede no ser el sitio primario del dolor (Baxter, 2011; McIlwraith y *et al*, 2016; Ysusi, 2012; Dyson, 2011).

Pruebas de laboratorio

En el caso de enfermedades articulares degenerativas el líquido sinovial presenta cambios, su análisis es de gran ayuda para el diagnóstico de OA en casos agudos, que no muestran cambios en las herramientas imagenológicas. Este líquido se recolecta por medio de artrocentesis en un tubo con EDTA y otro sin EDTA (Cuadro 3) (Souza, 2016):

Líquido sinovial	Características físicas	Características citológicas	Total de proteínas
Normal	Amarillo claro, translúcido, viscoso.	0.2x10 ⁹ celularidad; ≤10% de neutrófilos, se encuentran linfocitos B y T, monocitos, macrófagos, células mononucleares y células sinoviales.	10-20g/L
Anormal en OA	Transparente, en ocasiones presenta sangre, opacidad, turbidez y baja viscosidad.	0.5x10 ⁹ celularidad, los neutrófilos rara vez se encuentran aumentados, pero pueden llegar al 25% en algunos casos.	20-40g/L

Cuadro 3. Características del líquido sinovial en un caballo sano y en un caballo con OA (Ysusi, 2012; Svala, 2015).

El líquido sinovial contiene una proteína denominada lubricina o proteoglicano 4, que le confiere la viscosidad, esta es secretada por los condrocitos y sinoviocitos, su función es disminuir el coeficiente de fricción en la superficie del cartílago articular, los caballos con OA presentan reducción de esta proteína y como consecuencia perdida de la lubricación articular (Svala, 2015). Otros autores mencionan que la viscosidad del líquido sinovial es resultado de la polimerización del hialuronato, que también reduce en caballos con OA (Kidd y *et al*, 2001, Jara y Correa, 2016).

También se pueden realizar otras pruebas de laboratorio como la ELISA, en el caso de la osteoartritis se observará un aumento de algunos biomarcadores, que están relacionados con la degradación del cartílago articular, esto es importante ya que pueden ser detectados en etapas tempranas de la OA. Durante la patogenia

de la enfermedad se liberan mediadores inflamatorios, enzimas protéicas y productos de degradación del cartílago al líquido sinovial, a continuación, serán mencionados algunos: IL-1, IL-6, TNF- α , ADAMTS-5, MMP-2, MMP-3, MMP-9, MMP-13, sulfato de condroitina 846 (CS846), GAG, CTX-II, COMP y ácido hialurónico (HA) (Ma y *et al*, 2017, Souza, 2016).

Imagenología

En un examen radiográfico de casco se puede diagnosticar la OA de la AID, sin embargo los caballos en etapas agudas que solo cursan con sinovitis, capsulitis o pérdida del cartílago articular sin afectar al hueso subcondral pueden no presentar cambios radiográficos evidentes, pero este método también es de utilidad para el diagnóstico de las causas primarias de una OA secundaria (Baxter, 2011; Ley y col, 2015; McIlwraith y *et al*, 2016). Las tomas de rutina para la evaluación de esta articulación son: dorsopalmar, lateromedial, dorsoproximal-palmarodistal oblicua y palmaroproximal-palmarodistal oblicua. Es importante resaltar que el casco debe de ser preparado correctamente, para no observar artefactos en las tomas (McIlwraith y *et al*, 2016).

Las anomalías radiográficas son fácilmente observadas en la toma lateromedial y en las oblicuas flexionadas (Fig. 117, 118 y 119). Las tomas oblicuas (dorsolateral-palmaromedial oblicua y dorsomedial-palmarolateral oblicua) de la AID pueden ayudar a detectar hueso de neoformación periarticular (Fig. 2). La revisión del proceso extensor, del margen proximal de la falange distal, de los bordes distodorsal y distopalmar/plantar de la falange media y del borde dorsoproximal del sesamoideo distal en busca de la formación de osteofitos y entesofitos es de gran importancia. La simetría del espacio articular y la forma del borde proximal de la falange distal también deben de ser inspeccionadas con atención. Un incremento en tamaño y número de las invaginaciones sinoviales a lo largo del borde distal del hueso navicular también puede estar asociado a una sinovitis crónica de la AID (Baxter, 2011; Butler, 2008; Ysusi, 2012; Dyson, 2011; Kidd y *et al*, 2001; Jara y Correa, 2016).

Sin embargo, los cambios radiográficos del proceso extensor y la presencia de entesofitos en este, no deben ser sobreinterpretados ya que no son propios de OA de la AID y pueden no estar asociados con una claudicación (Baxter, 2011; Butler, 2008).

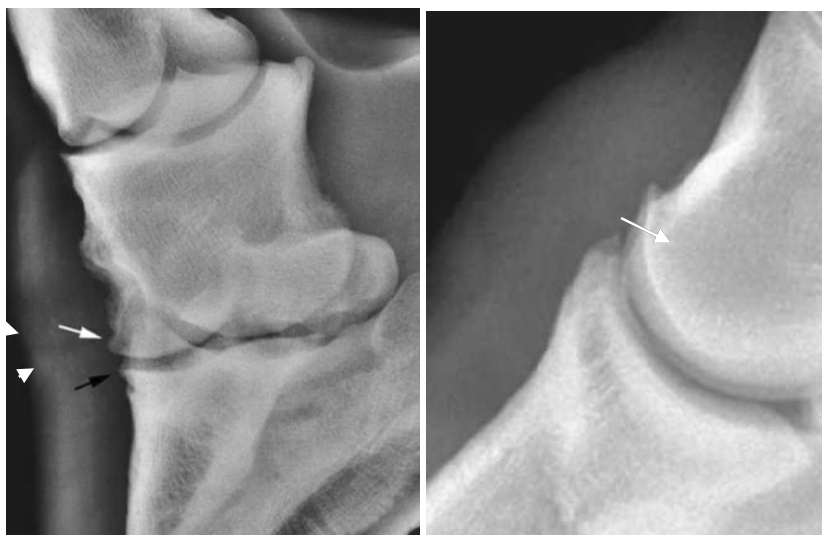


Figura 117. Toma dorsomedial-palmarolateral oblicua flexionada de cuartilla de una yegua Warmblood de 6 años de edad, con enfermedad degenerativa articular de la AID. Se observa remodelación ósea en la cara dorsolateral distal de la falange media (cabeza de flecha) y en la cara dorsolateral proximal de la falange distal (flecha negra) (Modificado de Butler, 2017).

Figura 118. Toma lateromedial de las falanges distal y media de un caballo de salto de 7 años de edad, que claudica y mejora sustancialmente con la analgesia intraarticular. Se observa remodelación ósea en el proceso extensor de la falange distal (flecha) (Modificado de Butler, 2017).

La presencia de hueso de neoformación en la diáfisis dorsal de la falange media también está asociada con enfermedad degenerativa articular (capsulitis). En casos crónicos se puede observar esclerosis del hueso subcondral y puede estar alterada la estructura trabecular del hueso; estos signos radiográficos pueden ser las pautas para la formación de quistes subcondrales tras la pérdida del cartílago articular. También se observa una reducción del espacio articular, esta no debe ser confundida con la producida por un desbalance mediolateral del casco o un mal posicionamiento para la toma radiográfica, donde se observa la aparente

reducción de un lado de la articulación (Fig. 120) (Butler, 2008; Ysusi, 2012; Dyson, 2011; Kidd y *et al*, 2001; McIlwraith y *et al*, 2016).

Algunos caballos con osteoartritis de la AID no presentan daño al hueso subcondral, pérdida de arquitectura trabecular o la formación de osteofitos, únicamente tienen una sinovitis crónica; por lo tanto, no se encontrará evidencia radiográfica de OA (McIlwraith y *et al*, 2016).

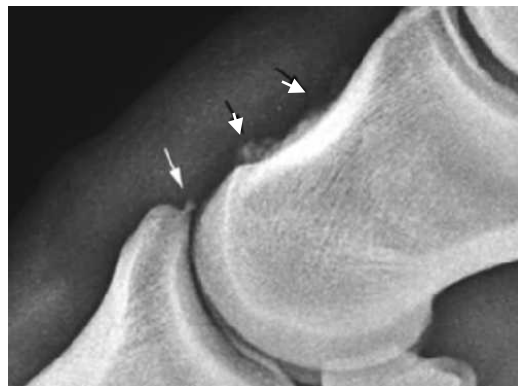


Figura 119. Toma lateromedial del miembro torácico de un Pura Sangre Inglés de carreras de 2 años de edad, con una claudicación aguda positiva a la analgesia intraarticular de la AID. Se observa remodelación ósea en el proceso extensor de la a falange distal (flecha blanca) y hueso de neoformación en el aspecto dorsal de la falange media (cabeza de flecha), consistente con enfermedad degenerativa articular (Modificado de Butler, 2008).



Figura 120. Toma dorsopalmar de casco de un Warmblood de 5 años de edad, con una claudicación severa. Medial se encuentra a la izquierda. El aspecto lateral de la AID es considerablemente más estrecho (S2= 2.2 mm) en comparación con el aspecto medial (S1= 4.5 mm); esto puede ser relacionado con la degeneración del cartílago en el aspecto lateral de la articulación. Esto también puede estar dado por un mal balance del casco o incluso el incorrecto posicionamiento del miembro. También se observa un entesofito en el borde lateroproximal del hueso navicular (flecha negra) (Modificado de Butler, 2008).

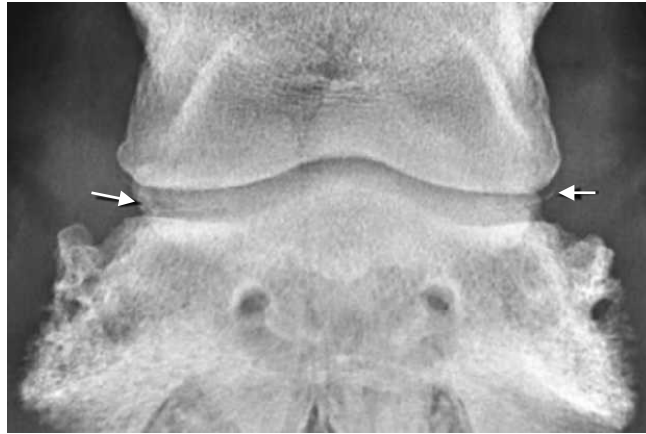


Figura 121. Toma dorsopalmar del miembro anterior izquierdo de un Warmblood de 8 años de edad con incremento de la claudicación después de la remoción artroscópica de un fragmento pequeño del proceso extensor. Se observa un aumento lineal de la opacidad dentro de la AID consistente con mineralización intraarticular (flechas). La cojera mejoró sustancialmente con la analgesia intraarticular de la AID (Modificado de Butler, 2008).

La gammagrafía es utilizada para detectar: lesiones traumáticas del hueso subcondral, la desmitis de la inserción de los ligamentos colaterales de la AID y lesiones en su inserción, se pueden obtener falsos negativos al intentar evaluar la degeneración del cartílago correspondiente a una OA aguda. La concentración del radiofármaco puede observarse mejor en una vista lateromedial (Fig. 122) (Baxter, 2011; Ysusi, 2012; Dyson, 2011; Kidd y *et al*, 2001; Jara y Correa, 2016; McIlwraith y *et al*, 2016).

La artroscopía puede ser usada para documentar daño en el cartílago articular o en el hueso subcondral, pero gran parte de la superficie articular de la articulación interfalángica distal no es visible bajo esta técnica (Baxter, 2011; Ysusi, 2012; Dyson, 2011; Kidd y *et al*, 2001).

La resonancia magnética tiene como ventaja que nos permite observar cambios en el cartílago articular y brinda una buena imagen de la relación que existe entre este y los tejidos blandos adyacentes, es la técnica de elección para diagnosticar OA crónicas que no responden al tratamiento (Figura 123) (Baxter, 2011; 2010; Ysusi, 2012; Dyson, 2011; Ley y *et al*, 2015; Kidd y *et al*, 2001; Jara y Correa, 2016, McIlwraith y *et al*, 2016).

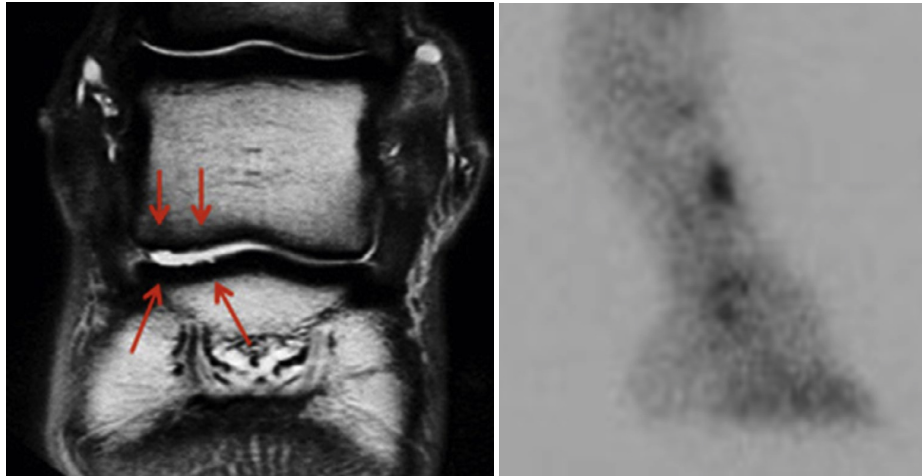


Figura 122. Resonancia magnética dorsal y gammagrafía lateromedial de un caballo de salto con claudicación 2-3/5, se observa pérdida de la superficie articular medial de la AID y daño al hueso subcondral, sin presencia de esclerosis (flechas), en la gammagrafía se observa leve captación del radiofármaco en la articulación, ya que no hay daño subcondral severo (Modificado de McIlwraith y *et al*, 2016).



Figura 123. Resonancia magnética sagital en la que se puede observar proliferación sinovial (*) en el receso dorsal de la articulación interfalángica distal (Modificado de McIlwraith y *et al*, 2016).

La tomografía computarizada no es de utilidad para diagnosticar daño del cartílago articular, pero sirve para observar cambios en el hueso subcondral y la formación de entesofitos (McIlwraith y *et al*, 2016).

El ultrasonido permite evaluar el aspecto proximal de los cartílagos colaterales y el grosor de la cápsula articular dorsal, así como los bordes dorsales y palmares de

la articulación y los tejidos blandos asociados. El ultrasonido también nos permite observar el aumento de la proliferación de la sinovia y el engrosamiento de la membrana sinovial, características de la fase aguda de la enfermedad (Fig. 124) (Baxter, 2011; Ysusi, 2012; Dyson, 2011; Jara y Correa, 2016; McIlwraith y *et al*, 2016).

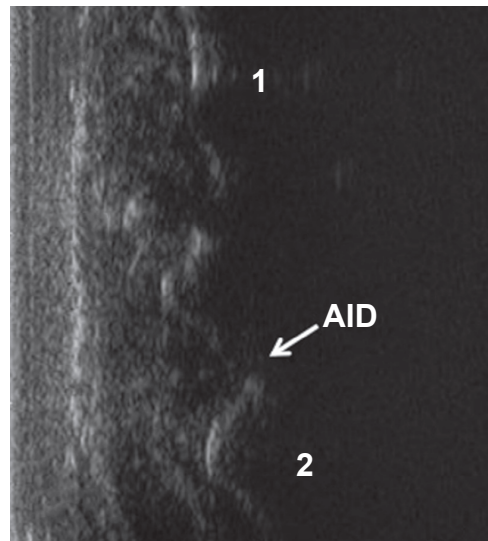


Figura 124. Ultrasonido longitudinal de la superficie dorsal de la AID, de un caballo con proliferación ósea en el aspecto dorsal de las falanges media (1) y distal (2), compatible con una exostosis anillada (Modificado de McIlwraith, 2016).

Tratamiento

Los caballos con OA primaria de la AID normalmente son tratados con la combinación de medicación intraarticular y el balance del casco. Factores predisponentes como desbalance mediolateral o dorsopalmar del casco, deben ser corregidos para reducir el trauma repetitivo en la articulación. Recortar la pinza del casco y desviar el eje podofalángico aún más hacia palmar, usualmente ayuda a estos caballos, también se utilizan plantillas para reducir el impacto de las contusiones en el casco (Baxter, 2011; Butler, 2008; Ysusi, 2012; McIlwraith, 2016; McIlwraith, 2005).

El tratamiento para caballos con OA secundaria en la AID, está basado en la resolución de la causa primaria. El tratamiento de la causa primaria

frecuentemente ayuda a prevenir que la condición de la articulación empeore; por ejemplo, la fractura del proceso extensor de la falange distal en la mayoría de los casos debe ser removida y en otras fracturas articulares de la AID deben ser estabilizadas, los quistes subcondrales deben ser desbridados de ser posible, los caballos con síndrome navicular deben de ser herrados dando soporte a los talones para minimizar el daño progresivo de la articulación; muchos de estos caballos también se ven beneficiados con medicación intraarticular al reducir la respuesta inflamatoria, tanto intraarticular como en la región navicular (Baxter, 2011; Ysusi, 2012).

La administración de fármacos intraarticulares es más efectiva, en comparación con su administración sistémica. La elección del tipo de fármaco administrado depende de la severidad, la duración de la claudicación y los cambios radiográficos presentes. Los corticosteroides como la triamcinolona solos o en combinación con ácido hialurónico (HA) o con glicosaminoglicanos polisulfatados son usados con mayor frecuencia. El plasma rico en plaquetas (PRP), las células madre mesenquimales y el suero autólogo (interleucina 1- proteína antagonistas), también son utilizados como terapias regenerativas adicionales (Baxter, 2011; Ysusi, 2012; McIlwraith, 2005; McIlwraith, 2016; Jara y Correa, 2016).

Se pueden utilizar distintos corticosteroides, pero al elegir uno hay que tener varios puntos en cuenta; se recomienda el uso de triamcinolona porque su efecto condrotóxico es menor en comparación con el de otros como la metilprednisolona. El uso de corticosteroides es recomendado por su efecto prolongado y se ha observado que el descanso favorece la absorción del fármaco, pero el ejercicio no produce cambios (McIlwraith, 2010). Baxter (2011) recomienda la combinación de triamcinolona y HA, sin embargo se ha observado que hay una disminución de tasa de éxito a corto plazo (64%), en comparación con el uso del corticosteroide solo (88%) (De Grauw y *et al*, 2015).

También se ha reportado el uso de antiinflamatorios no esteroideos sistémicos, como Fenilbutazona IV o PO (4.4-8.8mg/kg) cada 12 a 24 horas, Flunixin de Meglumine IV (1.1mg/Kg) cada 12 a 24 horas, Ketoprofen IV (2.2mg/Kg) cada 12 a

24 horas; etc. La administración sistémica de medicamentos como glicosaminoglicanos polisulfatados IM, ácido hialurónico IV y nutracéuticos pueden ayudar a estos caballos. También se ha descrito el uso de Diclofenaco tópico (Baxter, 2011; Ysusi, 2012; McIlwraith, 2005; McIlwraith, 2016).

La terapia de choque extracorpóreo es una buena opción cuando se utiliza en combinación con condroprotectores, ayuda a disminuir el grado de claudicación y la sinovitis, pero no detiene el progreso de la OA (Frisbie y col, 2004; McIlwraith, 2005; McIlwraith, 2016; Baxter, 2011).

Pronóstico

Los caballos con OA crónica, con cambios radiográficos severos, tienen un pronóstico desfavorable y a menudo responden en menor medida a cualquier tratamiento, la claudicación regresa más rápido (Baxter, 2011; Ysusi, 2012; Dyson y Ross, 2011).

Los caballos con OA secundaria de la AID tienen un pronóstico variable dependiendo de la causa primaria, sin embargo, el desarrollo de signos radiográficos de OA no impide el rendimiento deportivo. Por ejemplo; los caballos de carreras con fractura tipo II de la falange distal regresan a correr a pesar de la evidencia radiográfica de OA en la articulación (Baxter, 2011; Ysusi, 2012).

Los caballos con una OA aguda tienen un pronóstico de reservado a favorable para regresar a su función zootécnica (Baxter, 2011; Ysusi, 2012).

7.3. Quistes subcondrales en la falange distal

Definición, etiopatogenia y epidemiología

Los quistes subcondrales en la falange distal se ha reportado que pueden ocurrir en las siguientes porciones de la falange distal: proceso extensor, superficie solar, superficie articular, procesos palmares, inserción de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal (AID) y del ligamento impar del sesamoideo distal. Es más común encontrarlos en el proceso extensor y en el hueso subcondral (Sherlock y Mair, 2011; Belknap, 2015).

Estos son poco comunes en comparación con otras patologías presentes en el casco, se pueden encontrar en diversas razas y edades; pero generalmente son diagnosticados en caballos de 1-3 años de edad; también se sabe que afectan con mayor frecuencia a los miembros torácicos. La mayoría de los quistes subcondrales se comunican con la superficie articular, aunque la comunicación con el espacio articular adyacente suele ser variable (Baxter, 2011; Sherlock y Mair, 2011; Belknap, 2015).

Se considera que tienen una etiología multifactorial; los procesos patológicos que han sido implicados incluyen: problemas de tipo congénito, alteraciones en la tasa de crecimiento, desequilibrio hormonal y mineral, osteocondrosis, fallas biomecánicas y traumas. Los quistes óseos bilaterales en caballos jóvenes, sin historia de algún evento traumático, probablemente están relacionados con una falla en el desarrollo (osteocondrosis) (Spayberry y Robinson, 2015; Balducci *et al*, 2019; Sherlock y Mair, 2011; Story y Bramlage, 2004).

Independientemente de la ubicación, el origen de la mayoría de los quistes subcondrales es traumático u osteocondrosis. La osteocondrosis es causada por una falla en la osificación endocondral, un área focal de cartílago retenido puede sufrir degeneración y posteriormente presentarse como un quiste lítico dentro del hueso. El daño traumático al cartílago articular y al hueso subcondral permite el paso de líquido sinovial a través de la lesión en el cartílago, ocasionando reabsorción del hueso subcondral; se ha observado que estos quistes pueden surgir en sitios con fracturas articulares previas (Baxter, 2011; Spayberry y Robinson, 2015; Balducci y *et al*, 2019; Sherlock y Mair, 2011; Story y Bramlage, 2004; Ray, 1996).

Diagnóstico

Signos clínicos

En la anamnesis el propietario puede reportar una claudicación aguda, sin embargo con frecuencia se trata de una claudicación crónica, intermitente y recurrente, que disminuye con el descanso y no responde a antiinflamatorios. El

grado de claudicación es variable, en algunos casos es severa, mientras en otros es moderada o incluso algunos caballos pueden ser asintomáticos. A menudo no se hallarán signos patológicos a la palpación directa e indirecta, pero puede estar presente la efusión de la articulación interfalángica distal y puede haber un incremento en intensidad del pulso digital. Estos caballos suelen ser positivos a la prueba de flexión de la AID (Baxter, 2011; Sherlock y Mair, 2011; Story y Bramlage, 2004; Butler *et al*, 2017; Belknap, 2015).

Analgesia local

El bloqueo del nervio digital palmar mejora la claudicación en la mayoría de los casos, pero el bloqueo abaxial puede ser necesario para resolver por completo la claudicación. La analgesia de la AID también elimina la claudicación; especialmente si los quistes tienen comunicación con dicha articulación (Baxter, 2011; Spayberry y Robinson, 2015; Sherlock y Mair, 2011; Story y Bramlage, 2004; Belknap, 2015).

Imagenología

La radiología es necesaria para su diagnóstico, usualmente son identificados en el cuerpo de la falange distal. La mayoría de los quistes tienen comunicación con la articulación, aquellos que no están comunicados pueden ser asociados con una osteítis séptica. También se debe tener cuidado y no confundirlos con una cavidad radiolúcida, vista con frecuencia en el centro de la ranilla (Baxter, 2011).

Los quistes óseos muestran variación en tamaño y forma, pueden ser superficiales o profundos (>10mm) y tener forma de domo, cónicos o esféricos. Se observará esclerosis marcada o moderada alrededor del quiste, dependiendo de la etapa en la que se encuentra, a grandes rasgos tienen un revestimiento fibroso con o sin líquido sinovial en su interior y en su fase aguda se observan como un aplanamiento o depresión de la superficie articular (Sherlock y Mair, 2011).

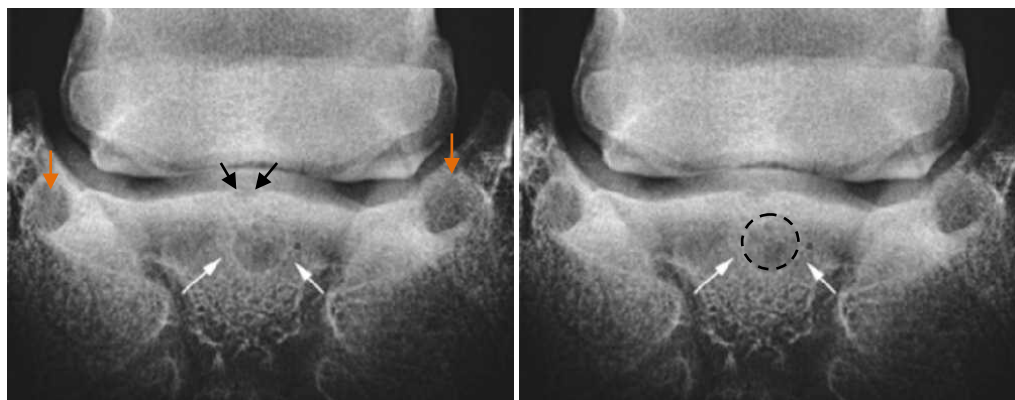


Figura 125. Toma dorsoproximal-palmarodistal oblicua de casco, se observa un quiste lítico en la porción central de la falange distal (flechas blancas), rodeado por esclerosis (línea punteada) y proximal a la lesión se observa una pequeña depresión en el hueso subcondral (flechas negras), su comunicación con la AID no fue identificada. Las zonas radiolúcidas medial y lateral corresponden a la inserción de los ligamentos colaterales (flechas naranjas) (Modificado de Butler y *et al*, 2017).

Se identifican con mayor facilidad en las tomas dorsopalmar y dorsoproximal-palmarodistal oblicua, cuando se encuentran en: la zona de inserción de los ligamentos colaterales, la superficie de carga de la articulación o la inserción del ligamento impar; mientras que aquellos que se encuentran en el proceso extensor se visualizan mejor en una toma lateromedial. Puede haber una depresión en el hueso subcondral que recubre el quiste y en ocasiones se puede observar un canal que comunica con la articulación; cuando son hallados se debe hacer una inspección de la AID en busca de enfermedad articular degenerativa secundaria (Fig. 125 y 126). Aunque por lo general los quistes son estructuras discretas, individuales y redondas, ocasionalmente se puede hallar un quiste multilocular (Butler *et al*, 2017; Sherlock y Mair, 2011; Spayberry y Robinson, 2015).

Establecer si existe comunicación del quiste con la articulación adyacente puede ser difícil en una radiografía simple, pero la artrografía de contraste será de ayuda para su verificación (Sherlock y Mair, 2011).

La tomografía computarizada ha demostrado ser eficiente en casos que no son detectados radiográficamente, donde las lesiones se caracterizan por un área hipodensa rodeada por un halo hiperdenso (Fig. 127) (Sherlock y Mair, 2011).



Figura 126. Toma dorsoproximal- palmarodistal oblicua de casco (medial se encuentra a la izquierda), en la que se observan un quiste óseo radiolúcido en la inserción del ligamento colateral medial de la AID (flecha negra), este se encuentra rodeado por un halo de una opacidad aumentada (flechas blancas). Se confirmó mediante imágenes de resonancia magnética (Modificado de Butler *et al*, 2017).

La resonancia magnética se ha utilizado para evaluar quistes en las superficies de carga de la articulación, estos se caracterizan por ser discretas áreas focales esféricas o elípticas de intensidad de señal alta o intermedia (Fig. 128) (Sherlock y Mair, 2011; Spayberry y Robinson, 2015).

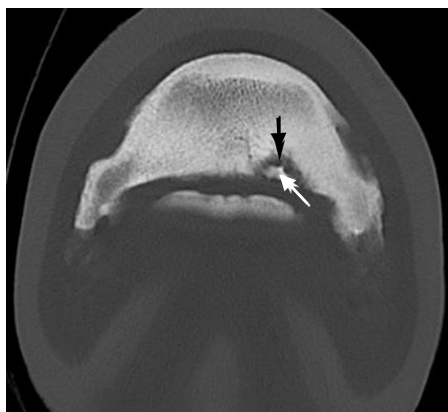


Figura 127. Tomografía computarizada de la falange distal, corte transversal. Se observa un área hipodensa (flecha negra) rodeada por un halo hiperdenso característico de un quiste lítico en una tomografía. El área quística hipodensa inusualmente contiene un área hiperdenso (flecha blanca), bien circunscrita, confirmada como un secuestro óseo (Modificado de Sherlock y Mair, 2011).

Tratamiento

El tratamiento médico recomendado para quistes subcondrales incluye confinamiento seguido por un aumento progresivo del ejercicio, administración de AINEs sistémicos (fenilbutazona) y condroprotectores con o sin corticosteroides intraarticulares (triamcinolona+ácido hialurónico) en el caso del tratamiento médico; los quistes en la porción medial y lateral suelen responder mejor a este tratamiento (Baxter, 2011; Spayberry y Robinson, 2015; Balducci y *et al*, 2019; Sherlock y Mair, 2011).



Figura 128. Resonancia magnética sagital de las falanges distales. Se observa una lesión circular hiperintensa bien definida en la falange distal, adyacente a la superficie articular de la AID (flecha blanca 1); rodeada por un área hipointensa. Además se observa un defecto en el hueso subcondral proximal al quiste (flecha negra) y una línea hiperintensa que conecta con la articulación (flecha blanca 2) (Modificado de Sherlock y Mair, 2011).

También se ha reportado el uso debiofosfonatos como el tiludronato y el clodronato, para disminuir la tasa de resorción ósea osteoclástica, en las primeras etapas de la formación del quiste (Spayberry y Robinson, 2015; Balducci y *et al*, 2019).

El tratamiento quirúrgico incluye las siguientes opciones: osteostixis, curetaje quirúrgico extraarticular o desbridamiento artroscópico. La mayoría de los caballos responden solo transitoriamente a la medicación intraarticular, y el desbridamiento a través de ventanas en el casco se ha complicado por la abscedación y claudicación recurrente. El desbridamiento artroscópico dorsal debe ser considerado el tratamiento de elección (Fig. 130), sin embargo, algunos quistes en

la falange distal pueden ser inaccesibles con el artroscopio (Baxter, 2011; Spayberry y Robinson, 2015; Story y Bramlage, 2004).

Al realizar el desbridamiento artroscópico del quiste, debe ser retirado el revestimiento quístico, ya que se sabe que favorece la resorción ósea, posteriormente el quiste debe ser rellenado con promotores de regeneración como el plasma rico en plaquetas, el aspirado de médula ósea (células troncales), etc (Sherlock y Mair, 2011, Balducci y *et al*, 2019).

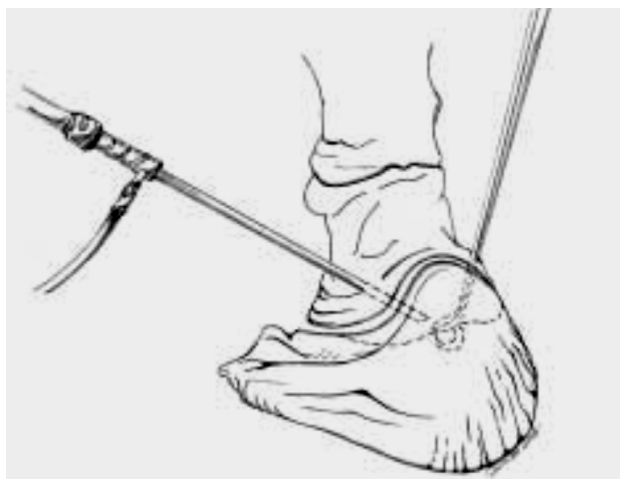


Figura 130. Representación esquemática de la posición del artroscopio y cureta angulada, para el desbridamiento de una lesión quística subcondral en la superficie articular de la falange distal (Tomado de Story y Bramlage, 2004).

La administración intralesional guiada por artroscopía de esteroides, también está descrita, se ha reportado que la inyección de esteroides en la cápsula fibrosa del quiste tiene una tasa de éxito mayor y un periodo más corto de retorno a su actividad zootécnica (2 a 4 meses), en comparación con el desbridamiento de quistes (6 a 8 meses) (Spayberry y Robinson, 2015; Sherlock y Mair, 2011).

Pronóstico

El pronóstico para caballos adultos con presencia de osteoartritis es desfavorable, en comparación con el de caballos jóvenes sin osteoartritis (Sherlock y Mair, 2011). Se han reportado resultados variables con el desbridamiento extraarticular

de estas lesiones, dichas técnicas generalmente se complican con infecciones (Baxter, 2011).

En un estudio el 91% de los caballos que fueron tratados con desbridamiento artroscópico de quistes subcondrales en la falange distal, regresó a desempeñar su función zootécnica con éxito. Todos los caballos tratados con esta técnica tenían entre 16 y 33 meses de edad, por lo que el resultado puede variar según la edad en el momento del diagnóstico. Sin embargo, el desbridamiento artroscópico, brinda un resultado superior a cualquier edad, en comparación con el desbridamiento extraarticular (Baxter, 2011; Spayberry y Robinson, 2015).

En otro estudio realizado recientemente por Peter y sus colaboradores (2018), se utilizaron 22 caballos pura sangre inglés de carreras con quistes subcondrales en la falange distal, todos claudicaban y fueron tratados de forma conservadora. Se comparó su desempeño con el de un grupo control (sus hermanos maternos) sin ninguna lesión. Únicamente el 62% pudo correr de nuevo o por primera vez, pero todos los que corrieron tuvieron el mismo rendimiento promedio que el grupo control; se concluyó que no existía una diferencia significativa entre el desempeño de un grupo y otro (Peter y *et al*, 2018).

7.4. Fracturas de la falange distal

Las fracturas de la falange distal son una causa poco común de claudicación en equinos, en comparación con otras enfermedades que afectan al casco. (Dyson y Ross, 2011; Uribe, 2014; Baxter, 2011).

Aunque las fracturas de la falange distal pueden ocurrir en una variedad de configuraciones, estas fracturas se clasifican en 7 tipos de acuerdo con su ubicación, y a continuación serán enlistadas:

- Tipo I- Fracturas oblicuas no articulares del proceso palmar/plantar.
- Tipo II- Fracturas oblicuas articulares del proceso palmar/plantar.
- Tipo III- Fracturas oblicuas y sagitales que dividen la falange en aproximadamente dos mitades.
- Tipo IV- Fracturas articulares que involucran el proceso extensor.

- Tipo V- Fracturas conminuta articulares o no articulares.
- Tipo VI- Fracturas del margen solar no articulares.
- Tipo VII- Fracturas no articulares de los procesos palmares/plantares en potros (Fig. 131) (Baxter, 2011; Dyson y Ross, 2011; Butler, 2008; Yovich, 1989; Parker, 2015; Auer y *et al*, 2014).

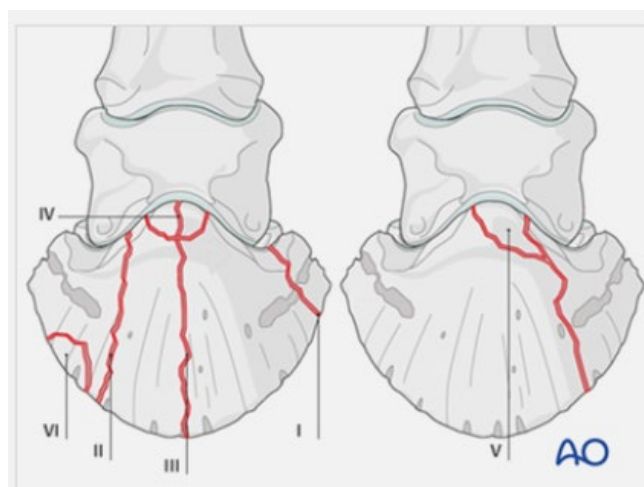


Figura 131. Clasificación de fracturas de la falange distal (Tomada de Auer y *et al*, 2014).

Epidemiología

Tipo de fractura		Frecuencia de ocurrencia
I	Fracturas oblicuas no articulares del proceso palmar/plantar	35.9%
II	Fracturas oblicuas articulares del proceso palmar/plantar.	28.6 %
III	Fracturas oblicuas y sagitales que dividen la falange en aproximadamente dos mitades.	12.0%
IV	Fracturas articulares que involucran el	15.6%

V	proceso extensor.	
	Fracturas conminuta articulares o no articulares.	2.9%
VI	Fracturas del margen solar no articulares.	5.1%
VII	Fracturas no articulares de los procesos palmares/plantares en potros***	0.0%

Cuadro 4. Frecuencia de ocurrencia de cada tipo de fractura; ***Las fracturas no articulares de los procesos palmares o plantares en potros han aumentado su aparición en los últimos años, esto puede estar relacionado con el aumento de la sensibilidad de los aparatos radiográficos en la actualidad (Rijkenhuizen y *et al*, 2012; Faramarzi y *et al*, 2000).

7.4.1 Tipo I- Fracturas oblicuas no articulares del proceso palmar/plantar

Definición, etiopatogenia y epidemiología

Esta configuración es la segunda más común, por debajo de las fracturas de los procesos palmares articulares y ocurre con mayor frecuencia en los miembros torácicos. En un estudio con 74 caballos de raza pura sangre inglés y trotones diagnosticados con fractura de la falange distal, 71 presentaron fracturas de los procesos palmares (Baxter, 2011; Robson y *et al*, 2008).

Por lo general las fracturas de la falange distal ocurren como resultado de un único evento traumático, en caballos de todas las disciplinas ecuestres, por ejemplo patear un objeto sólido. Sin embargo, en gammagrafías realizadas a caballos de carreras se ha observado un aumento metabólico en la falange distal, incluso antes de observar una solución de continuidad radiográfica, esto se ha relacionado con el estrés y la fatiga que padece el hueso. La fractura de los procesos palmares o plantares también se encuentra relacionada con la osificación de los cartílagos ungulares, ya que estos reciben el peso del caballo y la fuerza de palanca ejercida al dar cada paso (Baxter, 2011; Butler, 2017; Robson y *et al*, 2008).

Cuando las fracturas son causadas por el estrés repetitivo en el área, se puede observar pérdida de la arquitectura trabecular de la falange distal y puede haber opacidad aumentada en el área, en estos casos es difícil determinar el tiempo que tiene la fractura (Butler, 2017).

Las fracturas de los procesos palmares en caballos de carreras ocurren con mayor frecuencia en el aspecto lateral del miembro torácico izquierdo y en el aspecto medial del miembro torácico derecho, en relación con el sentido en el que corren. Mientras en caballos deportivos, ocurren con mayor frecuencia en el proceso palmar medial (Butler, 2017; Robson y *et al*, 2008).

Diagnóstico

Signos clínicos

Las fracturas de la falange distal en su fase aguda presentan los mismos signos clínicos, se observa una claudicación severa de 4-5/5 de acuerdo a la clasificación de la AAEP. Se puede observar que empeora la claudicación dentro de las primeras 24 horas, relacionado con la inflamación, que aumenta la presión en la cápsula del casco (Baxter, 2011; Robson y *et al*, 2008).

Cuando la fractura es aguda a la palpación se puede apreciar aumento de la temperatura del casco e incremento en la intensidad del pulso digital unilateral; a la palpación con pinzas en el aspecto medial o lateral, el caballo retirará el miembro como resultado de una respuesta dolorosa (Baxter, 2011; Kidd, 2011).

En todas las configuraciones de fracturas, conforme aumenta la cronicidad los signos clínicos disminuyen, como consecuencia de la unión fibrosa y la disminución de la inflamación de los tejidos blandos adyacentes (Baxter, 2011; Kidd, 2011).

Estas fracturas consolidan desde el margen solar y algunas nunca consolidan por completo, sin embargo, estos caballos pueden no presentar signos clínicos, por esta razón resulta tan útil la gammagrafía, ayuda a determinar si una fractura es activa o inactiva (Butler, 2017; Kidd, 2011).

Analgesia regional

El bloqueo del nervio digital palmar/plantar unilateral, puede ser de ayuda para localizar el origen de la claudicación, antes de decidir utilizar las herramientas imagenológicas (Baxter, 2011; Kidd, 2011; Martens y *et al*, 1999); sin embargo hay que tener en cuenta que la analgesia de una fractura puede promover que el caballo recargue su peso sobre el miembro afectado y empeore la configuración de la misma.

Para confirmar que no se trata de una fractura articular (tipo II), se puede bloquear la articulación interfalángica distal, de ser positivo el bloqueo, la fractura no entra dentro de esta clasificación (tipo I) (Kidd, 2011).

Imagenología

El examen radiográfico es necesario para la confirmación de una fractura; las tomas de rutina son: dorsopalmar/plantar, dorsoproximal-palmaro/plantarodistal, dorsolateral-palmaro/plantaromedial oblicua y dorsomedial-palmaro/plantarolateral oblicua; las tomas oblicuas son las tomas de elección para diagnosticar una fractura tipo I (Fig. 132); la solución de continuidad también debería ser evidente en una palmaroproximal-palmarodistal oblicua, pero en ocasiones es difícil acomodar el casco por el dolor que tiene el caballo (Fig. 133) (Baxter, 2011; Butler, 2017; Parker, 2015; Kidd, 2011; Robson y *et al*, 2008).



Figura 132. Fractura tipo I, no articular del proceso palmar, tomas dorsoproximal-palmarodistal oblicua (a) y dorsolateral-palmaromedial oblicua (b) en las cuales podemos observar claramente la línea de fractura (flechas) (Modificado de Kidd, 2011).



Figura 133. Toma palmaroproximal-palmarodistal oblicua de un caballo pura sangre inglés de 7 años de edad, con claudicación de inicio agudo y 3 semanas de evolución. Medial se encuentra a la izquierda. Se observa una fractura incompleta del proceso palmar medial de la falange distal (flechas). Esta fractura no fue visualizada en ninguna otra toma radiográfica (Tomada de Butler, 2008).

Durante la fase aguda de la fractura, la solución de continuidad en el proceso palmar/plantar no será evidente radiográficamente, al paso de 7 a 10 días la brecha entre los fragmentos se vuelve más amplia, haciéndola más evidente, por esto se recomienda volver a realizar el examen radiográfico 1 o 2 semanas después o de ser posible realizar una gammagrafía para revelar las fracturas ocultas (Baxter, 2011; Butler, 2017; Parker, 2015, Martens y *et al*, 1999).

Para diferenciarla de una fractura tipo II (articular), únicamente durante la fase aguda, se puede introducir un medio de contraste en la articulación interfalángica distal, si dicho medio de contraste se difunde hacia la línea de fractura, no se trata de una fractura tipo I (Kidd, 2011).

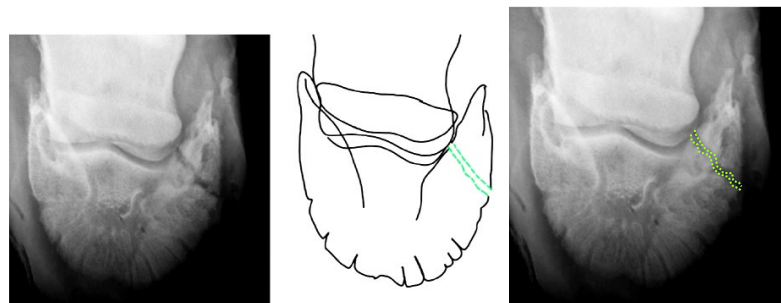


Figura 134. Fractura no articular de los procesos palmares con origen en el margen solar. *Tratamiento médico*: fijación externa con fibra de vidrio o colocación de herradura de candado por 4 a 5 meses. Clasificada de acuerdo al sistema de clasificación de fracturas apendicular modificado para équidos, con base en la clasificación de fracturas Müller OA (Tomada de Rodríguez-Monterde y *et al*. 2018).

Estas fracturas deben de ser diferenciadas de centros de osificación presentes durante la osificación de los cartílagos ungulares y la fractura de estos, ya que ambas corresponden a soluciones de continuidad radiográficas (Kidd, 2011). Ver el capítulo Mineralización/osificación de los cartílagos ungulares.

Como ya se mencionó la gammagrafía es otro método diagnóstico de elección para determinar la cronicidad de la fractura, cuando las fracturas son agudas se observa una alta concentración de radiofármaco en el área afectada, conforme la cronicidad aumenta la captación disminuye (Baxter, 2011; Parker, 2015; Kidd, 2011).

La tomografía computarizada, resulta útil para la detección de fracturas ocultas en los procesos palmares/plantares y permite determinar si la fractura es articular o no (Baxter, 2011; Parker, 2015; Martens y *et al*, 1999).

Tratamiento

Esta configuración de fractura es tratada con confinamiento y métodos para limitar la expansión del casco (métodos de fijación externa): herrajes terapéuticos o la aplicación de fibra de vidrio en el casco por 8 a 16 semanas; pero estos caballos también pueden responder con éxito al confinamiento por sí solo. Los herrajes terapéuticos usados son: la herradura de candado con pestañas laterales y la herradura con pestañas continuas (Fig. 135) (Baxter, 2011; Auer, 2019; Rodríguez-Monterde y *et al*, 2018; Uribe, 2014; Kidd, 2011). Un estudio realizado por Rijkenhuizen y sus colaboradores (2012) reveló que el confinamiento por sí mismo es mejor, que acompañado de métodos de fijación externa (Parker, 2015).

Pronóstico

En general las fracturas no articulares de la falange distal tienen un pronóstico de reservado a favorable en caballos de todas las edades, si se les mantiene en confinamiento por el tiempo necesario, comunmente estos caballos pueden regresar a su actividad física en 4 a 6 meses; aunque la fractura siga observándose radiográficamente (Baxter, 2011; Kidd, 2011). En el 2012,

Rijkenhuizen y sus colaboradores determinaron que este tipo de fractura tiene el mejor pronóstico, ya que el 90% de los caballos que la presentan pueden volver a desempeñar su función zootécnica (Parker, 2015), otros autores sugieren que solo el 50%-60% de los caballos de carreras regresan a su función zootécnica (Robson y *et al*, 2008).

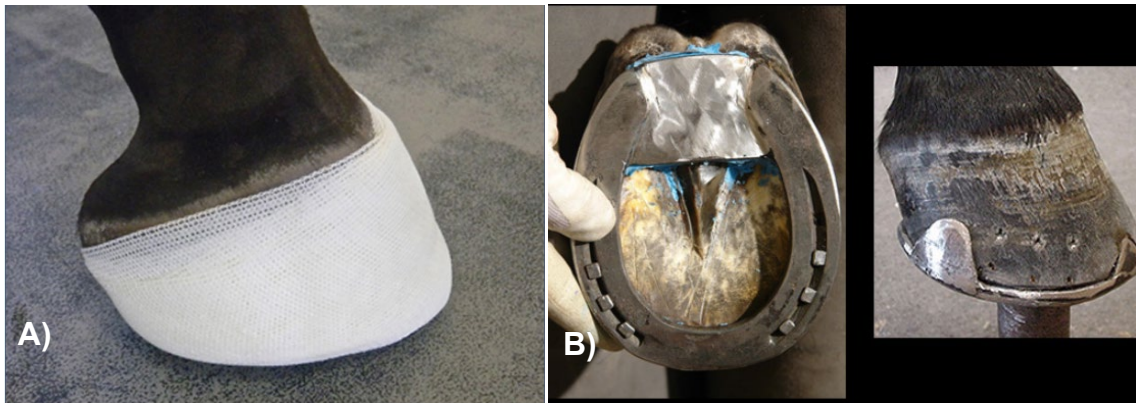


Figura 135. Métodos de fijación externa. A) Inmovilización con fibra de vidrio. B) Herradura de candado con pestañas laterales para disminuir la expansión del casco (Modificado de Auer, 2019).

7.4.2 II- Fracturas oblicuas articulares del proceso palmar/plantar

Definición, etiopatogenia y epidemiología

Las fracturas articulares de los procesos palmares/plantares son la configuración más común en la falange distal, en caballos de todas las disciplinas ecuestres, seguidas por las fracturas no articulares de los mismos (Baxter, 2011; Robson y *et al*, 2008; Adair y *et al*, 2020).

La forma convexa de la falange distal provoca que la fractura simple tenga dos componentes: una línea de fractura en el aspecto dorsal del hueso y otra en el aspecto solar, dando la impresión de ser multifragmentada o conminuta (Kidd, 2011).

Estas pueden ser difíciles de diferenciar de una fractura tipo I, también en ocasiones pueden ser confundidas con las fracturas tipo V (conminuta), ya que en la línea de fractura pueden encontrarse pequeñas esquirlas que radiográficamente

no son diagnosticadas. Estas últimas se caracterizan por no responder al tratamiento de la forma deseada (Kidd, 2011; Adair y *et al*, 2020).

Generalmente ocurren tras un evento traumático, en caballos de todas las disciplinas ecuestres, por ejemplo, pisar algo duro (roca), patear un objeto sólido o impactos a alta velocidad. Como se mencionó en la configuración anterior, suelen ser fracturas patológicas, ya que la falange distal es sometida a constantes cargas y por lo mismo se encuentran relacionadas con la osificación de los cartílagos ungulares (Baxter, 2011; Butler, 2017; Robson y *et al*, 2008; Adair y *et al*, 2020).

En caballos de carreras ocurren con mayor frecuencia en el proceso lateral del miembro torácico izquierdo y en el medial del miembro torácico derecho, en relación con el sentido en el que corren los caballos de carreras. Mientras en caballos deportivos ocurren con mayor frecuencia en el proceso palmar medial (Butler, 2017; Robson y *et al*, 2008).

Diagnóstico

Signos clínicos

Durante la fase aguda se observa una claudicación severa de 4-5/5 de acuerdo a la clasificación de la AAEP; en comparación con las fracturas tipo I esta configuración es más dolorosa por ser articular. Dentro de las primeras 24 horas se exacerba la claudicación, ya que incrementa la presión en la cápsula del casco como consecuencia de la inflamación de los tejidos blandos (Baxter, 2011; Kidd, 2011; Robson y *et al*, 2008).

En general los signos serán muy parecidos a los que se mencionaron en las no articulares: aumento de la temperatura del casco, incremento en la intensidad del pulso digital y a la palpación lateral o medial con pinzas para casco el caballo retirará el miembro como respuesta al dolor. Pero esta configuración al ser articular, también muestra efusión de la articulación interfalángica distal y edema, el aumento de volumen se puede apreciar desde la cuartilla en algunos casos (Baxter, 2011; Kidd, 2011).

Estas fracturas se osifican desde el margen solar y algunas de estas nunca consolidan por completo, estos caballos también pueden no presentar signos clínicos (Butler, 2017).

Analgesia regional

La analgesia perineural o la analgesia de la articulación interfalángica distal, no es necesaria ni deseada, ya que los signos clínicos son muy evidentes; en casos en los que la fractura es crónica pueden ser indicadas (Baxter, 2011).

Imagenología

El examen radiográfico completo de casco es necesario para la confirmación de una fractura, las tomas oblicuas permiten determinar si la fractura es articular (Fig. 156) (Baxter, 2011; Parker, 2015; Butler, 2017; Robson y *et al*, 2008).

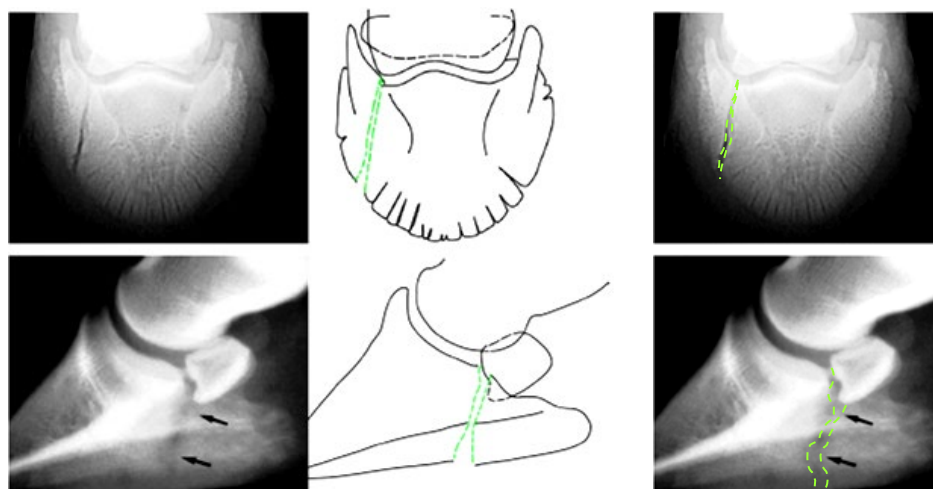


Figura 136. Fractura articular simple de proceso palmar. *Tratamiento médico*: fijación externa y/o herraje terapéutico acompañados de confinamiento. Clasificada de acuerdo al sistema de clasificación de fracturas apendicular modificado para équidos, con base en la clasificación de fracturas Müller OA (Modificada de Rodríguez-Monterde y *et al*, 2018).

Para diferenciarla de una fractura tipo I (no articular), únicamente durante la fase aguda, se puede introducir un medio de contraste en la articulación interfalángica distal, para observar si difunde hacia la línea de fractura, de ser así se trata de una fractura articular (Kidd, 2011). Estas fracturas también deben ser diferenciadas de

los centros de osificación presentes durante la osificación de los cartílagos ungulares y la fractura de dichos cartílagos (Kidd, 2011).

En gammagrafía se observará incremento en la captación del radiofármaco, durante la etapa activa de la fractura (Fig. 137) (Baxter, 2011; Parker, 2015). La tomografía computarizada y la resonancia magnética también sirven para diferenciarla de una fractura tipo II o una fractura V (conminuta), ya que estas podrán detectar si hay presencia de esquirlas y si es articular o no la fractura (Kidd, 2011; Baxter, 2011; Parker, 2015).

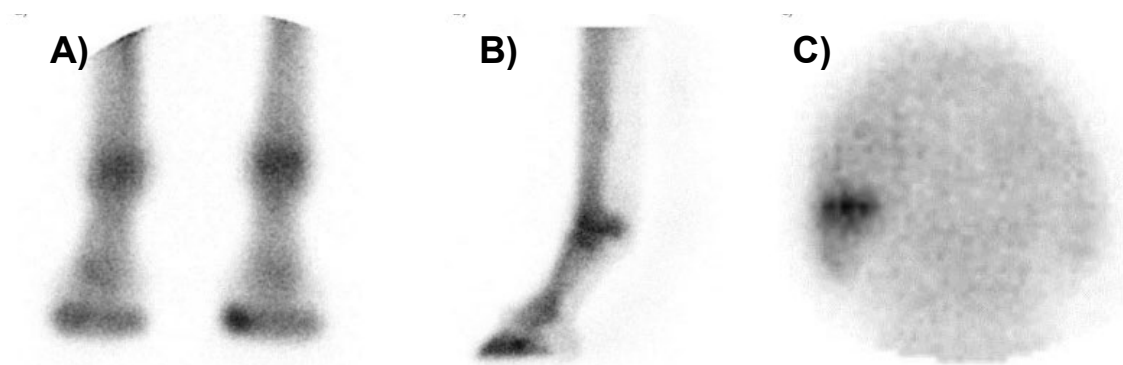


Figura 137. Gammagrafía tomas dorsal (A), lateral (B) y solar (C). Se observa un incremento de la captación del radiofármaco en el aspecto medial de la falange distal, compatible con la presencia de una fractura aguda en el proceso palmar medial (Tomada de Robson y *et al*, 2008).

Estos métodos diagnósticos más sofisticados también son usados para determinar cuál será la técnica durante una cirugía de fijación interna, incluso existen sistemas computarizados intraoperatorios que permiten determinar el material apropiado para realizar esta fijación (largo y espesor del tornillo) y el plano correcto para no dañar los tejidos blandos adyacentes o ingresar a la articulación (Fig. 138) (Auer, 2019; Parker, 2015).

Tratamiento

Tratamiento médico

Es tratada únicamente con confinamiento o confinamiento y métodos de fijación externa. Algunos autores, por ejemplo, Rijkenhuize, consideran que el

confinamiento por sí solo es más efectivo. La decisión del tratamiento a menudo depende de la configuración y del presupuesto del propietario, ya que por su ubicación realizar osteosíntesis es muy complicado (Baxter, 2011; Parker, 2015; Kidd, 2011).

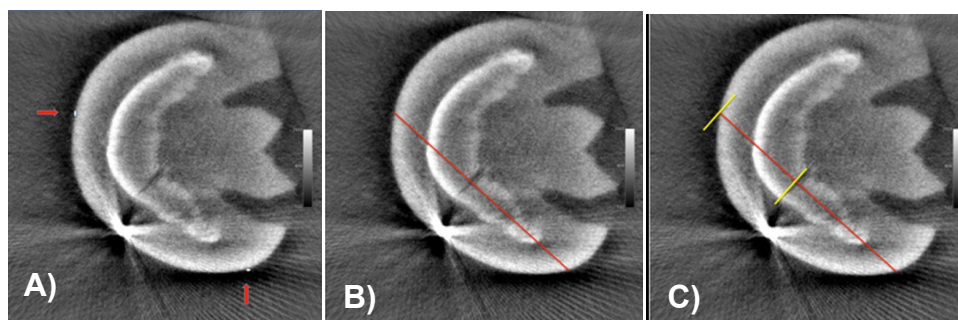


Figura 138. Tomografía computarizada previa a la cirugía. A) Se observan dos marcas con bario (flechas rojas) que indican el plano en el que será colocado el futuro tornillo (entrada y salida). B) Plano correcto del tornillo (línea roja). C) Se determina la distancia del casco a la línea de fractura (líneas amarillas) para poder cumplir la función de tracción (Modificado de Auer, 2019).

El herraje terapéutico o la colocación de fibra de vidrio sirven para inmovilizar y limitar la expansión del casco. Los herrajes terapéuticos usados son las herraduras de candado con pestañas laterales, las herraduras con pestañas continuas o la herradura klimesh (Fig. 135 y 139) (Baxter, 2011).

El uso de métodos que limiten la expansión del casco en potros menores a 6 meses de edad está contraindicado, estos potros únicamente se mantienen en confinamiento por 6 a 8 semanas y se les debe restringir el ejercicio hasta que se observe la unión ósea radiográficamente (Baxter, 2011).

Tratamiento quirúrgico

El tratamiento quirúrgico consiste en la colocación de un tornillo cortical de 4.5mm como mínimo con función de tracción, idealmente deben colocarse un segundo tornillo cortical de 3.5mm o un alambre de Kirschner, en busca de mayor compresión y evitar la rotación; sin embargo como ya se mencionó la mayoría de los casos no se tratan con cirugía, porque la colocación del tornillo es complicada

por el plano de la fractura y la forma del hueso (Fig. 140) (Baxter, 2011; Auer, 2019; Parker, 2015; Rodríguez y *et al*, 2018; Uribe, 2104; Kidd, 2011).



Figura 139. Herradura con pestañas continuas (Modificado Butler, 2019).

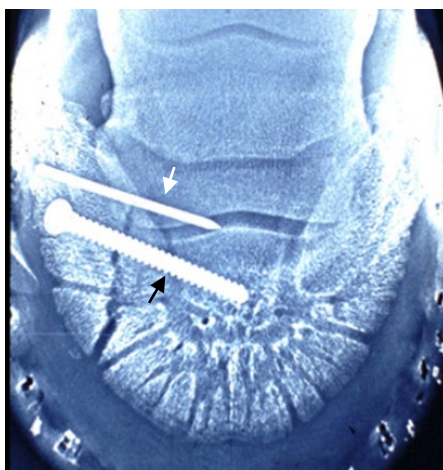


Figura 140. Fractura articular del proceso palmar/plantar con fijación interna, se puede observar la colocación de un tornillo cortical de 4.5mm (flecha negra) y un alambre Kirschner (flecha blanca) perpendiculares a la línea de fractura (Modificada de Auer, 2019).

Pronóstico

El pronóstico para este tipo de fracturas es reservado, se sabe que el 50% de los caballos que presentan esta fractura consolidan, pero pueden refracturarse llevando a cabo su función zootécnica (Baxter, 2011). En el 2012, Rijkenhuizen

sus colaboradores determinaron que este tipo de fractura tiene un pronóstico reservado, el 70% de los caballos que la presentan pueden volver a desempeñar su función zootécnica (Parker, 2015), otros autores sugieren que solo el 50- 60% de los caballos de carreras regresan a su actividad (Robson y *et al*, 2008).

Pero el pronóstico de las fracturas articulares en general es reservado, ya que tienden a desarrollar osteoartritis secundaria al daño causado a la superficie articular (Baxter, 2011; Kidd, 2011; Martens y *et al*, 1999).

7.4.3 Tipo III- Fracturas oblicuas y sagitales que dividen la falange en aproximadamente dos mitades

Definición, etiopatogenia y epidemiología

Esta configuración de fractura de la falange distal la divide en dos mitades y puede ser simple o compuesta (multifragmentada); es la menos común, únicamente representa del 3 al 4% de las fracturas en este hueso y ocurre con mayor frecuencia en los miembros pélvicos (Baxter, 2011, Auer, 2019).

Las fracturas completas de la falange distal ocurren como resultado de un evento traumático, como un impacto a alta velocidad, contusiones en el casco o patear objetos sólidos, es por esto que son observados con mayor frecuencia en los miembros pélvicos (Baxter, 2011; Butler, 2017; Uribe, 2014).

Diagnóstico

Signos clínicos

Esta configuración suele ser más dolorosa, se observa una claudicación severa de 4-5/5 de acuerdo a la clasificación de la AAEP. Los signos clínicos para esta serán los mismos que en las tipo II, ya que ambas son fracturas articulares: aumento de la temperatura del casco, incremento del pulso digital, efusión articular, respuesta positiva a las pinzas para casco y edema (Baxter, 2011; Butler, 2017; Kidd, 2011).

Analgesia regional

La analgesia perineural del nervio digital palmar o de la articulación interfalángica distal, no es necesaria, ya que los signos clínicos son muy evidentes e incluso esta contra indicada porque puede favorecer que el caballo apoye su peso sobre el miembro afectado y complique la configuración de la fractura (Baxter, 2011; Kidd, 2011).

Imagenología

El examen radiográfico es necesario para la confirmación de una fractura; las tomas oblicuas permiten determinar si la fractura es articular. Las fracturas parasagitales y sagitales del cuerpo de la falange distal se pueden evaluar mejor en una toma dorsoproximal-palmaro/plantarodistal oblicua (Fig.141 y 142) (Baxter, 2011; Butler, 2017). Es muy importante empacar correctamente la ranilla, ya que las lagunas laterales pueden ser confundidas con fracturas al tratarse de soluciones de continuidad radiográficas (Parker, 2015).

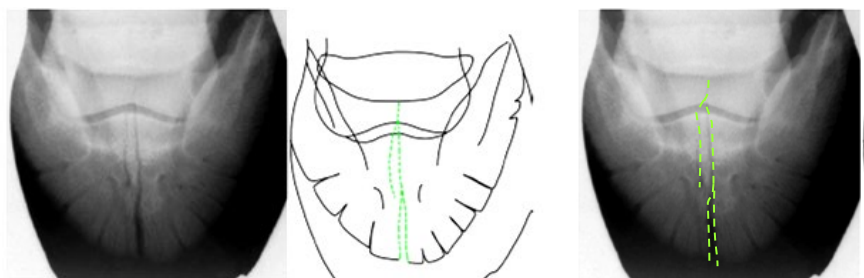


Figura 141. Fractura articular simple sagital. *Tratamiento:* fijación interna con uno o dos tornillos corticales de 4 a 4.5mm con la técnica de tracción y fijación externa y/o herraje terapéutico. Clasificada de acuerdo al sistema de clasificación de fracturas apendicular modificado para équidos, con base en la clasificación de fracturas Müller OA (Modificado de Rodríguez-Monterde y et al, 2018).

Para determinar si la fractura es articular o no, únicamente durante su fase aguda, se puede introducir un medio de contraste en la articulación, si este difunde hacia la línea de fractura es articular (Kidd, 2011).

La tomografía computarizada y la resonancia magnética en esta configuración de fractura ayuda a determinar si se trata de una fractura tipo III o una fractura V (conminuta), ya que en ocasiones pequeñas esquirlas no son visibles radiográficamente (Kidd, 2011).

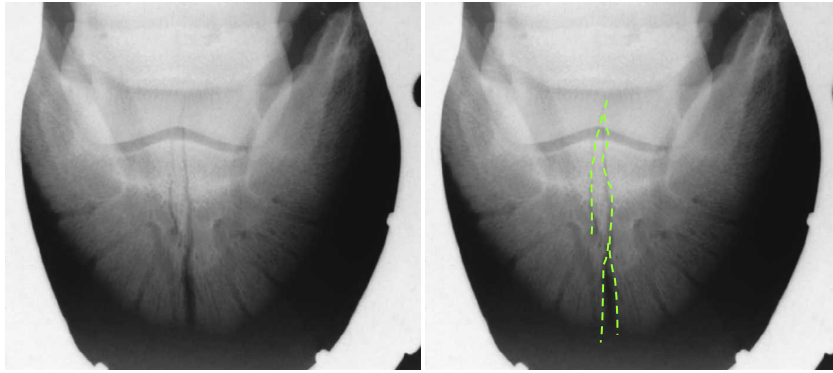


Figura 142. Fractura tipo III sagital de la falange distal, toma dorsoproximal-palmaro/plantarodistal oblicua. Se observan dos soluciones de continuidad que atraviesan la corteza dorsal y solar de la falange distal (líneas punteadas), correspondientes a la fractura (Modificada de Butler, 2017).

Tratamiento

Tratamiento médico

En su tratamiento es muy importante la inmovilización, ya que le permite al caballo cargar peso sobre el miembro afectado, para prevenir la aparición de laminitis en el miembro contralateral. Este tratamiento es la única opción viable en el caso de caballos que tiene fracturas multifragmentadas que incluyen la porción articular (Baxter, 2011; Auer, 2019; Kidd, 2011).

El tratamiento médico consiste en confinamiento por aproximadamente 4 meses, posteriormente podrá empezar a caminar de mano; acompañado de métodos de fijación externa por 6-8 meses como mínimo. Los herrajes terapéuticos usados son la herradura de candado con pestañas laterales, la herradura con pestañas continuas o la herradura klimesh (Fig. 143, 135 y 139) (Baxter, 2011; Auer, 2019; Parker, 2015; Kidd, 2011).

Debe acompañarse de tratamiento para la sinovitis y osteoartritis secundaria, ya que está en la mayoría de los casos afecta la porción articular de la falange distal (Kidd, 2011).

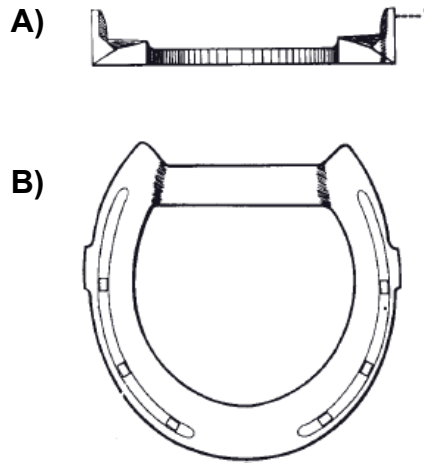


Figura 143. Herradura de candado que puede ser usada en el tratamiento médico de caballos con fracturas de la falange distal. A) Vista posterior de la herradura mostrando las pestañas. B) Vista superficial, muestra la barra completa y las pestañas soldadas (Tomada de Baxter, 2011).

Tratamiento quirúrgico

Los caballos con fracturas simples sagitales o parasagitales son los mejores candidatos para un tratamiento quirúrgico, este consiste en la colocación de uno o dos tornillos corticales de 4.5 mm a través de la muralla del casco con función de tracción, se ha reportado que el uso de tornillos de mayor calibre (6.5 o 5.5mm) aumentan la compresión axial. Es muy importante que estas fracturas sean tratadas durante su fase aguda, ya que al paso de los días se forma un tejido fibroso en la línea de fractura y esto dificulta la reducción de la misma. Pero este procedimiento también está indicado en caballos que llevan 4 a 6 semanas bajo tratamiento médico y no han respondido de forma satisfactoria, aunque no se obtenga la compresión intrafragmentaria deseada (Fig. 144) (Baxter, 2011; Auer, 2019; Parker, 2015; Rodríguez y *et al*, 2018; Uribe, 2014; Kidd, 2011).

El sitio de la colocación del tornillo es entre la superficie articular y el canal solar de la falange distal, recientemente se han utilizado sistemas computarizados que ayudan a precisar el sitio exacto de colocación, el largo del tornillo y permiten la colocación de dos tornillos para mejorar la compresión (Baxter, 2011).

Las fracturas compuestas en un plano sagital son tratadas como las fracturas abaxiales, con uno o dos tornillos corticales con función de tracción, se utiliza la fluroscopía para verificar que sean colocados en el plano correcto (Auer, 2019; Rodríguez y *et al*, 2018; Uribe 2014).

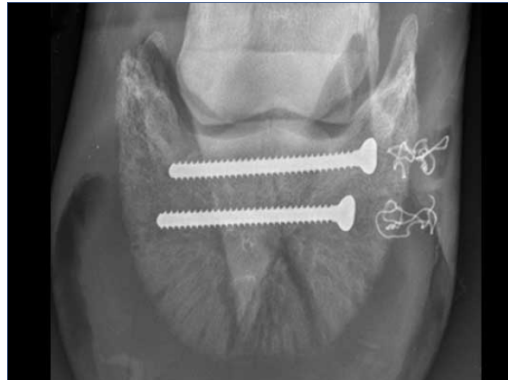


Figura144. Fractura compuesta del cuerpo de la falange distal, en la cual podemos observar la colocación de dos tornillos corticales de 4.5mm con función de tracción (Modificada de Auer, 2019).

Durante este procedimiento quirúrgico es importante hacer un monitoreo artroscópico, para estar seguro de que la reducción en la porción articular es la deseada (Auer, 2019). Posteriormente a la osteosíntesis se coloca un vendaje estéril, porque el hueso queda descubierto, se realizan cambios de vendaje periódicos hasta que el tejido de granulación ha rellenado el defecto en la muralla del casco (aproximadamente dos semanas), después se puede rellenar dicho defecto con acrílico (Kidd, 2011).

Pronóstico

Las fracturas tipo III son las que tienen un pronóstico más variable, se ha observado que es mejor para aquellos caballos que fueron tratadas quirúrgicamente con la colocación de un tornillo cortical con función de tracción, en comparación con aquellos que fueron tratados con confinamiento y métodos de fijación externa; también se sabe que el pronóstico para caballos menores a los 3 años de edad es favorable. Pero independientemente de esto, el pronóstico para estos caballos es desfavorable, incluso en comparación con las demás configuraciones de fracturas de la falange distal, la gran mayoría de estos caballos no pueden volver a su vida atlética (Baxter, 2011; Kidd, 2011). Pero otros autores

como Rijkenhuizen y sus colaboradores (2012), determinaron que este tipo de fractura tiene un pronóstico reservado, el 70% de los caballos que la presentan pueden volver a desempeñar su función zootécnica (Rijkenhuizen y *et al*, 2012; Parker, 2015).

La osteosíntesis tiene una serie de posibles complicaciones postoperatorias: mayor riesgo de infección debido a la incapacidad de esterilizar la muralla del casco, osteítis séptica o aséptica alrededor del tornillo, artritis séptica de la articulación interfalángica distal; etc. Como ya se mencionó, las fracturas articulares tienden a desarrollar osteoartritis secundaria por el daño causado a la superficie articular, las fracturas tipo III tienen mayor probabilidad de desarrollarla en comparación con las tipo II (Baxter, 2011; Kidd, 2011).

Las fracturas multifragmentadas tienen un pronóstico de reservado a desfavorable, especialmente si la fragmentación incluye la porción articular, ya que únicamente pueden ser tratadas medianamente y en la mayoría de los casos se les induce eutanasia o son destinados a la reproducción (Auer, 2019).

7.4.4 Tipo IV- Fracturas articulares que involucran el proceso extensor

Definición, etiopatogenia y epidemiología

Las fracturas articulares que involucran el proceso extensor ocurren con mayor frecuencia en los miembros torácicos y pueden llegar a ser bilaterales. Generalmente estas fracturas, son resultado del estrés ejercido por el tendón del músculo extensor digital común, que resulta en una fractura por avulsión; también se ha propuesto que la distensión de la cápsula del casco favorece el contacto de la falange media con el proceso extensor, este último recibe toda la carga de peso y al no aguantar la fatiga ocurre la fractura (Baxter, 2011; Ross y Dyson, 2011; Uribe, 2014; Parker, 2015; Dechant y *et al*, 2000; Kidd, 2011).

Se debe tomar en cuenta que este es un sitio común de osteocondrosis y ambas son observadas como soluciones de continuidad radiográficas, por lo cual debe de ser considerada como un diferencial, la osteocondrosis en el proceso extensor

suele ser asintomática y puede ser bilateral (Baxter, 2011; Ross y Dyson, 2011; Parker, 2015; Kidd, 2011).

En circunstancias especiales, pueden ocurrir fracturas en el plano frontal que se extienden distalmente hacia la punta de la falange distal (Auer, 2019).

Diagnóstico

Signos clínicos

A diferencia de otras configuraciones de fractura, esta puede presentar una claudicación de leve a moderada (3/5 AEEP) aun en su fase aguda, por lo tanto, esta debe de ser diferenciada de muchas otras causas de claudicación por dolor en el casco. En el caso de esta configuración al ser articular, también se puede apreciar efusión articular y edema (Baxter, 2011; Ross y Dyson, 2011).

Los caballos con fracturas crónicas pueden presentar aumento de volumen en el aspecto dorsal de la banda coronaria, causada por la remodelación ósea; también se puede observar crecimiento anormal de la pared dorsal del casco, a medida que el casco crece se forma una “v” o forma triangular, hasta que esta se extiende desde la banda coronaria hasta el suelo (Baxter, 2011; Ross y Dyson, 2011). Cuando el fragmento es pequeño, raramente se observa esta deformación del casco, pero si se encuentra la distensión articular antes mencionada (Baxter, 2011).

Analgesia regional

Los bloqueos digital palmar y abaxial, puede ser de ayuda para localizar el origen de la claudicación. Cuando se encuentran fragmentos muy pequeños, nos sirve para determinar la importancia clínica de esta fractura (Baxter, 2011; Butler, 2017).

Imagenología

El examen radiográfico es fundamental para la confirmación de una fractura; las tomas de rutina son necesarias, esta configuración generalmente se observa mejor en una toma lateromedial (Fig. 145,146 y 147) (Baxter, 201; Butler, 2017).

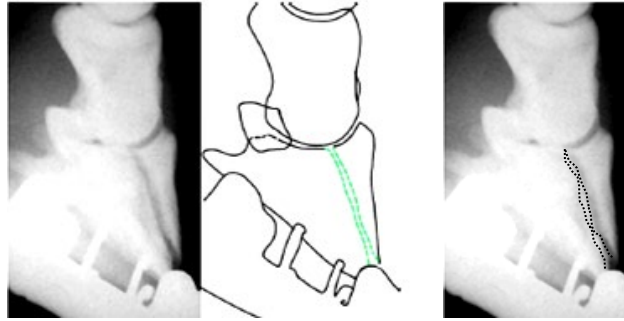


Figura 145. Fractura articular en el plano dorsal. Tratamiento quirúrgico: fijación interna con un tornillo cortical de 4.5mm bajo la función de tracción. Clasificada de acuerdo al sistema de clasificación de fracturas apendicular modificado para équidos, con base en la clasificación de fracturas Müller OA (Modificada de Rodríguez-Monterde y *et al*, 2018).

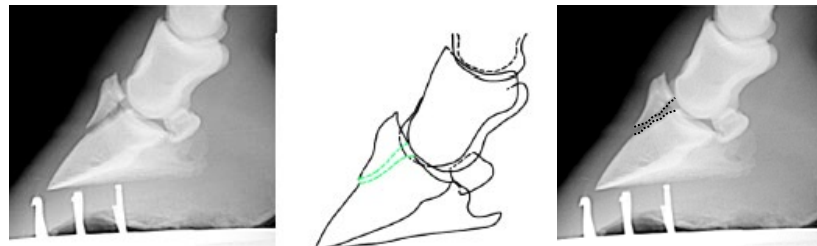


Figura 146. Fractura articular simple del proceso extensor. Tratamiento quirúrgico: extracción del fragmento a través de artroscopía, fijación interna con un tornillo cortical o nada. Clasificada de acuerdo al sistema de clasificación de fracturas apendicular modificado para équidos, con base en la clasificación de fracturas Müller OA (Modificada de Rodríguez-Monterde y *et al*, 2018).

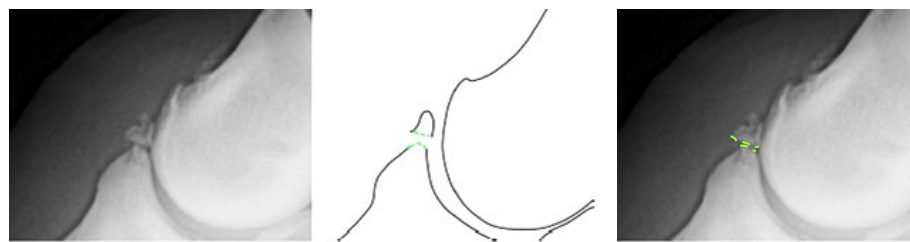


Figura 147. Fractura articular simple de proceso extensor; fragmento osteocondral. Tratamiento: extracción del fragmento por medio de artroscopía o dejarlo en su sitio. Clasificada de acuerdo al sistema de clasificación de fracturas apendicular modificado para équidos, con base en la clasificación de fracturas Müller OA (Modificada de Rodríguez-Monterde y *et al*, 2018).

Tratamiento

Tratamiento médico

El tratamiento médico consiste en: únicamente confinamiento o confinamiento acompañado de métodos de fijación externa. El herraje terapéutico y la fibra de vidrio sirven para inmovilizar y limitar la expansión del casco. Los herrajes terapéuticos usados son: la herradura de candado con pestañas laterales, la herradura con pestañas continuas o la herradura klimesh (Baxter, 2011; Parker, 2015).

Tratamiento quirúrgico

Los tratamientos utilizados para las fracturas del proceso extensor son la colocación de un tornillo de compresión o la remoción quirúrgica del fragmento, de no ser muy grande. Generalmente estas fracturas son tratadas cuando son crónicas, esto dificulta la reducción de la misma, por esta razón se considera la remoción del fragmento el tratamiento de elección. Se realiza mediante un abordaje artroscópico dorsal o una artrotomía, se han removido fragmentos de hasta 1cm con éxito; cuanto más grande es el fragmento, mayor es el tiempo de recuperación de la cirugía (Baxter, 2011; Ross y Dyson, 2011; Auer, 2019; Parker, 2015; Rodríguez y *et al*, 2018; Uribe, 2014; Dechant y *et al*, 2000; Kidd, 2011).

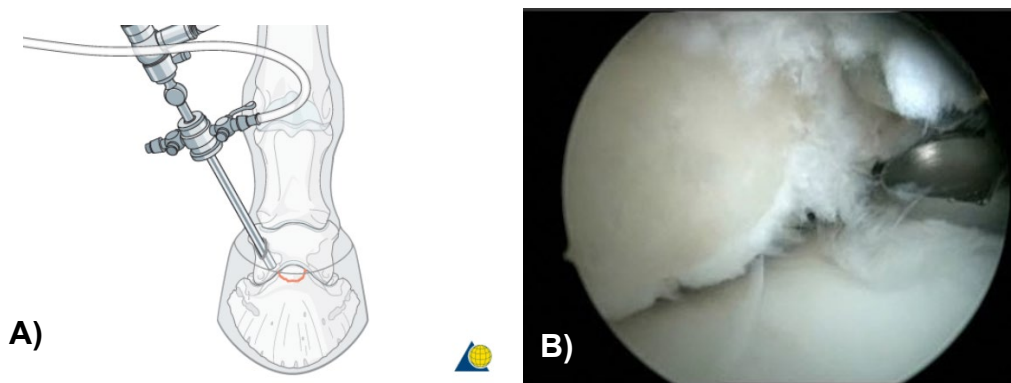


Figura 148. Remoción de fragmentos pequeños. A) El artroscopio es introducido en la articulación interfalángica distal por medio de una incisión 2 cm proximal a la banda coronaria y 2 cm hacia lateral del plano sagital. B) Una vez identificado el fragmento es retirado de la articulación con pinzas haciendo movimientos giratorios, por la ventana de entrada, en ocasiones es necesario agrandar la incisión para que el fragmento pueda ser extraído (Modificado de Auer, 2019).

Los fragmentos pequeños deben de ser removidos por artroscopía, ya que son móviles y tienen contacto con la superficie articular (Fig. 148); mientras para los

fragmentos grandes en su fase aguda la mejor opción es la colocación de un tornillo cortical (Fig. 149), de no ser así se recomienda la eliminación del fragmento fraccionado (Fig. 150) (Auer, 2019; Parker, 2015; Dechant y *et al*, 2000; Kidd, 2011; Crowe y *et al*, 2010).

Las fracturas que ocurren en plano frontal y se desplazan distalmente hacia la punta de la falange distal, son tratadas forzosamente mediante la colocación de un tornillo cortical en dirección dorsopalmar/plantar, porque son muy grandes para ser removidas (Fig. 151) (Auer, 2019; Rodríguez y *et al*, 2018; Uribe, 2014).

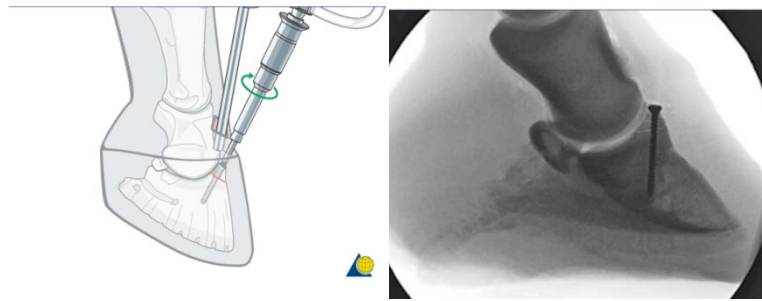


Figura 149. Fragmentos grandes en fase aguda: colocación del tornillo cortical de 4mm con función de tracción, bajo supervisión artroscópica (Modificado de Auer, 2019).

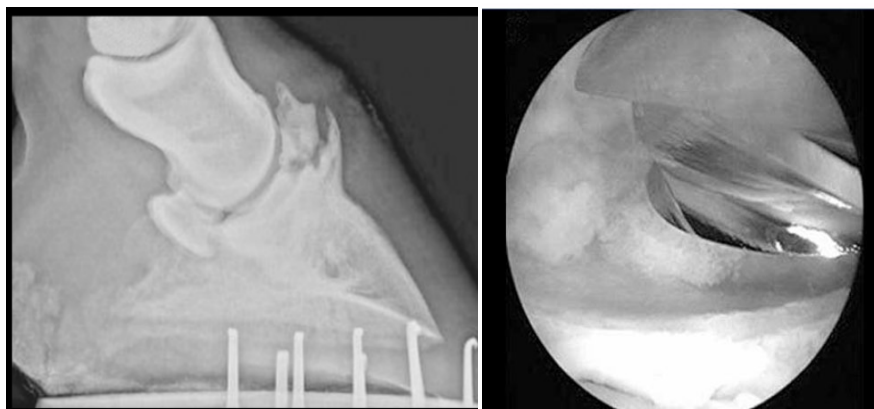


Figura 150. Fracturas crónicas con fragmentos grandes: estos fragmentos no pueden ser reparados mediante osteosíntesis por su cronicidad y por su tamaño deben de ser extraídos en fracciones. A) Toma lateromedial de casco en la cual se puede observar una fractura crónica del proceso extensor de la falange distal. B) Muestra del uso de una fresa para fraccionar dicho fragmento y extraerlo por pedazos (Modificado de Auer, 2019).



Figura 151. Fractura de la falange distal en plano frontal, que incluye el proceso extensor y se desplaza distalmente hacia la pinza, se puede observar un tornillo cortical colocado en dirección dorsopalmar/plantar bajo la función de tracción (Modificado de Auer, 2019).

Pronóstico

Los caballos a los cuales se les remueve el fragmento tienen un pronóstico de favorable a reservado, incluso cuando se trata de fragmentos grandes y pueden desempeñar su función zootécnica con éxito. Este pronóstico se ve afectado si hay presencia de osteoartritis secundaria a la fractura (Baxter, 2011; Kidd, 2011).

Sin embargo, en el 2012, Rijkenhuizen y sus colaboradores determinaron que este tipo de fractura tiene un pronóstico desfavorable, únicamente el 50% de los caballos que la presentan pueden volver a desempeñar su función zootécnica (Rijkenhuizen y *et al*, 2012; Parker, 2015). Crowe y sus colaboradores (2010), en un estudio encontraron que el 46% de los caballos que aparentemente consolidaron la fractura, a los 4 años volvieron a presentar signos clínicos (Kidd, 2011; Crowe y *et al*, 2010).

Cuando los fragmentos son mayores a 10mm de tamaño, midiéndoles desde el aspecto proximal del proceso extensor, el pronóstico es desfavorable, ya que comprometen la integridad de la articulación (Butler, 2017).

7.4.5 Tipo V- Fracturas conminuta articulares o no articulares

Definición, etiopatogenia y epidemiología

Las fracturas conminuta están conformadas por pequeños fragmentos, por lo cual la osteosíntesis no es viable. Estas pueden ser secundarias a otra configuración de fractura de la falange distal u ocurren por lo general como resultado de un único evento traumático, pero también pueden ser consecuencia de enfermedades primarias como la osteítis pedal séptica o aséptica (Kidd, 2011).

Diagnóstico

Signos clínicos

Esta configuración de fractura suele ser muy dolorosa, se observa una claudicación severa de 4-5/5 de acuerdo a la clasificación de la AAEP y suelen tener un componente articular. Se puede exacerbar la claudicación después de las 24 horas, tras la inflamación de los tejidos blandos que se encuentran dentro de la cápsula del casco (Baxter, 2011; Kidd, 2011).

Esto caballos tienen efusión de la articulación interfalángica distal, aumento palpable de la temperatura del casco e incremento de la intensidad del pulso digital (Baxter, 2011).

Analgesia regional

La analgesia perineural o de la articulación interfalángica distal, no está indicada, ya que los signos clínicos son muy evidentes (Baxter, 2011).

Imagenología

El examen radiográfico es necesario para la confirmación de una fractura; las tomas oblicuas permiten determinar si la fractura es articular, en el caso de las fracturas agudas también resultan útiles para determinar si se trata de una fractura simple o conminuta. Se necesitan muchas tomas oblicuas para determinar el trazo exacto de la fractura (Baxter, 2011; Butler, 2017; Ross y Dyson, 2011; Kidd, 2011).

En ocasiones, durante la fase aguda pueden ser confundidas con otras configuraciones, ya que no son apreciables todas las soluciones de continuidad y esto puede generar que se dé un pronóstico equívoco al propietario (Fig. 152) (Kidd, 2011).

Tratamiento

Tratamiento médico

El tratamiento es igual al descrito en la fractura tipo I, confinamiento y fijación externa (fijación con fibra de vidrio o herraje terapéutico) (Baxter, 2011; Parker, 2015; Kidd, 2011).

Tratamiento quirúrgico

No son candidatos a este tratamiento (Ross y Dyson, 2011; Kidd, 2011).

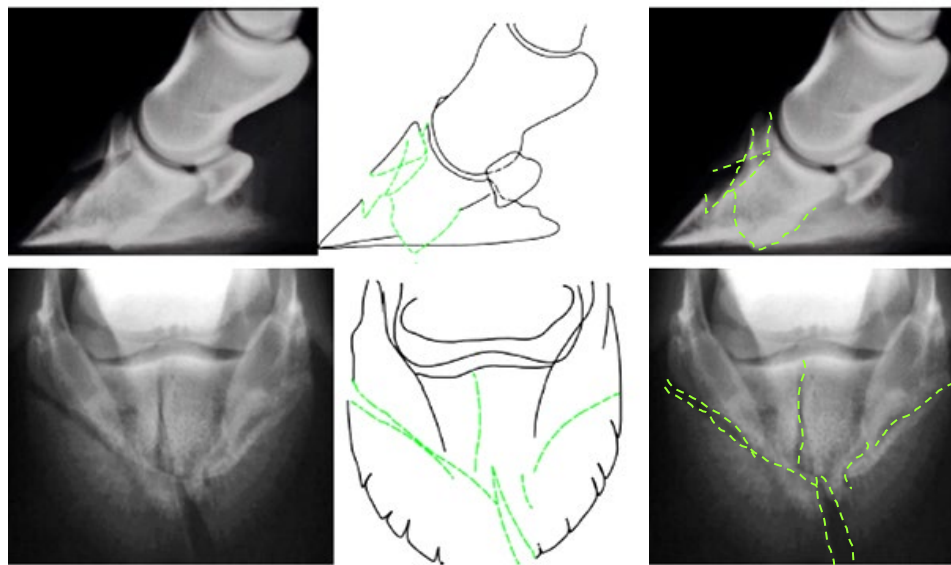


Figura 152. Fractura articular multifragmentada. Tratamiento: Fijación externa y/o herraje terapéutico. Clasificada de acuerdo al sistema de clasificación de fracturas apendicular modificado para équidos, con base en la clasificación de fracturas Müller OA (Modificado de Rodríguez-Monterde y *et al*, 2018).

Pronóstico

El grado de severidad de estas fracturas y la limitación en su tratamiento sobre todo si son articulares, les otorga un pronóstico desfavorable, tienen el peor pronóstico en comparación con resto de fracturas de la falange distal (Baxter, 2011; Ross y Dyson, 2011; Kidd, 2011). En el 2012, Rijkenhuizen sus colaboradores determinaron que únicamente el 50% de los caballos que la presentan pueden volver a desempeñar su función zootécnica (Parker, 2015; Rijkenhuizen y *et al*, 2012).

7.4.6 Tipo VI- Fracturas del margen solar no articulares

Definición, etiopatogenia y epidemiología

Las fracturas del margen solar suelen estar relacionadas con la ubicación de la falange distal dentro del casco y la carga de peso a la que el hueso está sometido durante el trabajo. Esta configuración de fracturas está relacionada con laminitis, una suela plana (palmitiesos), trabajar en superficies duras y la presencia de osteítis pedal, ya que favorecen su aparición (Baxter, 2011; Butler, 2017; Uribe, 2014; Kidd, 2011). Ocurren con mayor frecuencia en los miembros torácicos y su ubicación comúnmente es entre los cuartos y la pinza (Kidd, 2011).

También es considerada común en potros menores a un año de edad, por lo general se origina de la muesca que divide a los procesos palmares y plantares en proximal y distal, se cree que pueden ser causadas por la tensión que genera el tendón flexor digital profundo, capaz de promover el aumento de la carga de peso sobre el margen solar. Existen factores que causan esta tensión, como el recorte excesivo de los talones y la ranilla (Dyson y Ross, 2011; Butler; 2017).

Diagnóstico

Signos clínicos

A diferencia de otras configuraciones de fractura, esta puede presentar una claudicación de leve a moderada aun en su fase aguda, por lo tanto, esta debe de

ser diferenciada de muchas otras causas de claudicación que producen dolor en el casco. Incluso los pequeños fragmentos pueden reabsorberse o permanecer en su sitio y nunca haber causado claudicación, en ocasiones son encontrados como un hallazgo incidental en radiografías (Baxter, 2011; Auer, 2019; Kidd, 2011).

Cuando la fractura es aguda a la palpación se puede apreciar aumento de la temperatura del casco y un incremento de la intensidad del pulso digital; con pinzas para casco el caballo retirará el miembro como resultado de una respuesta dolorosa, pero esta respuesta no es consistente en todos los casos (Baxter, 2011; Kidd, 2011).

En potros se observa una claudicación leve y transitoria, con una duración de 1 a 2 días y a la palpación con pinzas para casco la respuesta a la presión no es constante (Dyson y Ross, 2011; Butler, 2017).

Analgesia perineural

El bloqueo del nervio digital palmar/plantar y el abaxial, son de ayuda para localizar el origen de la claudicación (Baxter, 2011; Kidd, 2011).

Imagenología

El examen radiográfico es necesario para la confirmación de una fractura, en el caso de esta configuración se debe realizar una toma dorsoproximal-palmarodistal oblicua con la técnica a la mitad de exposición (Fig. 153 y 154), ya que suelen pasar desapercibidas cuando hay sobreexposición (Baxter, 2011; Dyson y Ross, 2011; Butler, 2017; Kidd, 2011). Estas fracturas como ya se mencionó suelen ser encontradas como un hallazgo incidental, en caballos clínicamente sanos (Kidd, 2011).

Pueden ser simples o múltiples y afectar una extensión variable del margen solar. Se dividen en primarias y secundarias, las primarias son ocasionadas por un evento único y usualmente son simples, mientras las secundarias o patológicas son aquellas que ocurren en asociación con laminitis u osteítis pedal y suelen ser múltiples, conminuta o ambas. Las radiografías deben de ser inspeccionadas con

mucho cuidado para detectar evidencia de cualquier otra causa potencial de claudicación que pueda influir en el tratamiento y pronóstico (Dyson y Ross, 2011; Butler, 2008; Baxter, 2011; Belknap, 2019; Yovich, 1989).

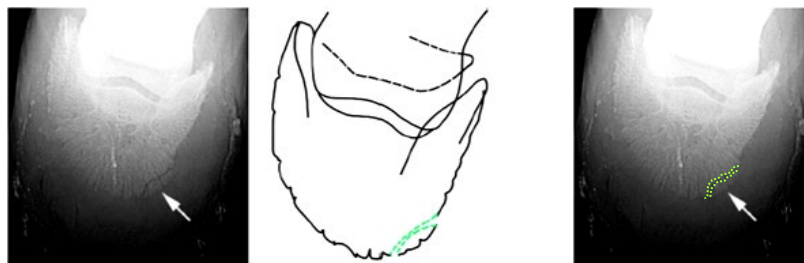


Figura 153. Fractura no articular simple del margen solar *Tratamiento médico*: confinamiento por al menos 3 meses con herradura de candado y pestañas. *Tratamiento quirúrgico*: remoción de los fragmentos a través de la suela. Clasificada de acuerdo al sistema de clasificación de fracturas apendicular modificado para équidos, con base en la clasificación de fracturas Müller OA (Modificado de Rodríguez-Monterde y *et al*, 2018).

El examen radiográfico también es el método de elección en potros, se observa un cuerpo óseo discreto que se origina del proceso palmar/plantar. Las tomas de rutinas para este tipo de fracturas son: lateromedial y dorsoproximal-palmarodistal oblicua, esta última es más sensible para el diagnóstico (Fig. 155), sin embargo no todas las fracturas se pueden evaluar radiográficamente y se requieren otros métodos de imagenología para detectarlas (Dyson y Ross, 2011).

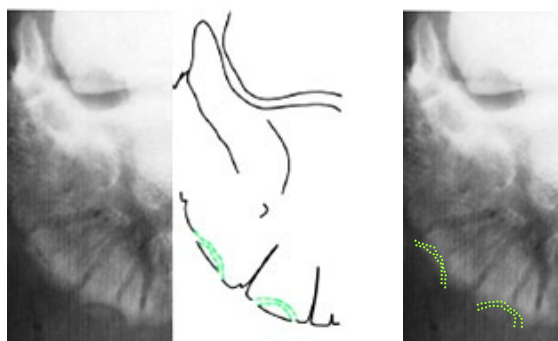


Figura 154. Fracturas no articulares del margen solar. *Tratamiento quirúrgico*: remoción de los fragmentos a través de la suela. Clasificada de acuerdo al sistema de clasificación de fracturas apendicular modificado para équidos, con base en la clasificación de fracturas Müller OA (Modificada de Rodríguez-Monterde y *et al*, 2018).

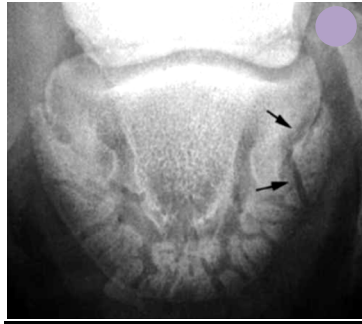


Figura 155. Toma dorsoproximal-palmarodistal oblicua del miembro torácico de un potro pura sangre inglés, de 5 meses de edad, con claudicación de 6 días de evolución. Lateral está a la derecha. Se observa una fractura simple no articular del proceso palmar lateral de la falange distal (flechas) (Tomado de Butler, 2008).

En la gammagrafía se observa una alta concentración de radiofármaco en la ubicación de la línea de fractura, y conforme la cronicidad aumenta la captación de este radiofármaco disminuye (Baxter, 2011).

Tratamiento

Tratamiento médico

Estas fracturas son tratadas por lo general con herraje terapéutico, para disminuir la carga de peso en el hueso, durante 4 a 12 meses; la inmovilización no es necesaria (Baxter, 2011). Se recomienda el uso de una herradura de banda ancha o de candado, para incrementar la protección a la suela, mientras se corrige cualquier desbalance y/o conformación inadecuada del casco. Muchos de los fragmentos se reabsorben o forman unión fibrosa únicamente con el confinamiento (Dyson y Ross, 2011; Baxter, 2011; Rodríguez y col, 2018; Butler, 2017; Uribe, 2014; Kidd, 2011).

Los caballos con claudicación asociada a fractura del margen solar generalmente requieren descanso prolongado, especialmente si hay desmineralización del margen solar de la falange distal, la evolución se evalúa periódicamente mediante radiografías (Dyson y Ross, 2011; Baxter, 2011; Belknap, 2019; Rodríguez y *et al*, 2018; Uribe, 2014).

Su tratamiento depende de la causa primaria de la fractura, si se trata de una fractura patológica, secundaria a laminitis o cualquier otra patología, la causa primaria debe ser tratada al mismo tiempo que la fractura (Baxter, 2011; Parker, 2015).

Tratamiento quirúrgico

En ocasiones los pequeños fragmentos se secuestran, de ser así es necesario realizar la remoción quirúrgica. Por esta razón los fragmentos que no se reabsorben deben ser removidos a través de la suela del casco (Fig. 156), antes de que se forme dicho secuestro óseo; aunque en la mayoría de los casos suelen reabsorberse y los caballos sanan únicamente con el tratamiento médico (Butler, 2017; Auer, 2019; Parker, 2015; Rodríguez y *et al*, 2018; Uribe, 2014).

Pronóstico

El pronóstico para fracturas del margen solar primarias es favorable, pero si son secundarias a otra patología este depende de la resolución de la causa primaria, por lo tanto, es reservado (Baxter, 2011; Kidd, 2011).



Figura 156. Resección de los fragmentos a través de la suela del casco, la flecha roja señala el fragmento extraído (Modificado de Auer, 2019)

7.4.7 Tipo VII- Fracturas no articulares de los procesos palmares/plantares en potros

Definición, etiopatogenia y epidemiología

Es importante mencionar que los potros pueden presentar cualquiera de las configuraciones de fractura antes mencionadas, pero esta es la configuración más común; inician y terminan en el margen solar de la falange distal y suelen tener una forma triangular, se cree que ocurren como resultado de la tensión generada por el tendón flexor digital profundo, que acentúa la carga de peso sobre el borde solar de la falange distal (Baxter, 2011; Kidd, 2011; Garza, 2017). Una de las causas propuestas es el desbalance del casco, capaz de favorecer el estrés sobre los procesos. Bhatnagar (2010), propone que pueden ser parte de la remodelación ósea de la falange distal, ya que en su estudio las encontró en el 100% de los potros a los 6 meses de edad, en al menos uno de los procesos palmares, pero se requieren más estudios para confirmar esta hipótesis (Parker, 2015; Faramarzi y *et al*, 2014; Kidd, 2011; Bhatnagar y *et al*, 2010; Garza, 2017).

En los últimos años han sido diagnosticadas con mayor frecuencia, y esto puede tener relación con el aumento en la sensibilidad de los aparatos radiográficos actuales; otro factor puede ser que no es común tomar radiografías sin tener evidencia clínica. Faramarzi (2014) y sus colaboradores reportaron que son diagnosticadas con mayor frecuencia en potros de entre 6 y 8 meses de edad, mientras Bhatnagar (2010) y Garza (2017) reportan que es a los 3 meses en promedio (Faramarzi y *et al*, 2014; Bhatnagar y *et al*, 2010; Garza, 2017).

Pueden ser bilaterales, se presenta con mayor frecuencia en el proceso palmar lateral y comúnmente son diagnosticadas en los miembros torácicos (Garza, 2017; Meehan y *et al*, 2014).

Diagnóstico

Signos clínicos

A diferencia de otras configuraciones de fractura, esta puede presentar una claudicación de leve a moderada (2-3/5 en la escala de la AAEP) y transitoria aun en su fase aguda, a diferencia de los caballos adultos que presentan una claudicación severa con este tipo de fracturas (Baxter, 2011; Faramarzi y *et al*, 2014; Kidd, 2011; Garza, 2017).

En muchos de los casos los potros no presentan signos clínicos y estas fracturas pueden ser encontradas como un hallazgo incidental. Como ya se mencionó cuando la claudicación y los signos clínicos son severos, se recomienda descartar todos los diferenciales ya que el plan terapéutico sería completamente diferente (Garza, 2017).

Analgesia regional

No está reportada.

Imagenología

El estudio radiográfico para su diagnóstico, incluye las siguientes tomas: dorsoproximal-palmarodistal oblicua, dorsopalmar y lateromedial (Fig. 157). La toma de elección para detectar la fractura de los procesos palmares en potros es dorsoproximal-palmarodistal oblicua a 65 grados, ya que de acuerdo a estudios previos esta es la toma que muestra 100% de sensibilidad para detectarlas (Faramarzi y *et al*, 2014; Garza, 2017; Bhatnagar y *et al*, 2010). La gammagrafía sirve para determinar si es una fractura activa o inactiva (Fig. 158) (Meehan y *et al*, 2015).

Tratamiento médico

Estos potros son tratados con éxito con confinamiento por 6 a 8 semanas, el ejercicio debe de ser restringido hasta que se observe la unión ósea radiográfica (Baxter, 2020; Kidd, 2011). La fijación externa está contraindicada en potros, ya que la cápsula del casco puede distorsionarse rápidamente y el confinamiento suele ser suficiente para su resolución (Parker, 2015).

Incluso se cree que estas fracturas pueden tener resolución, sin tratamiento, ni confinamiento y no afectarán la vida deportiva del ejemplar a futuro (Garza, 2017).

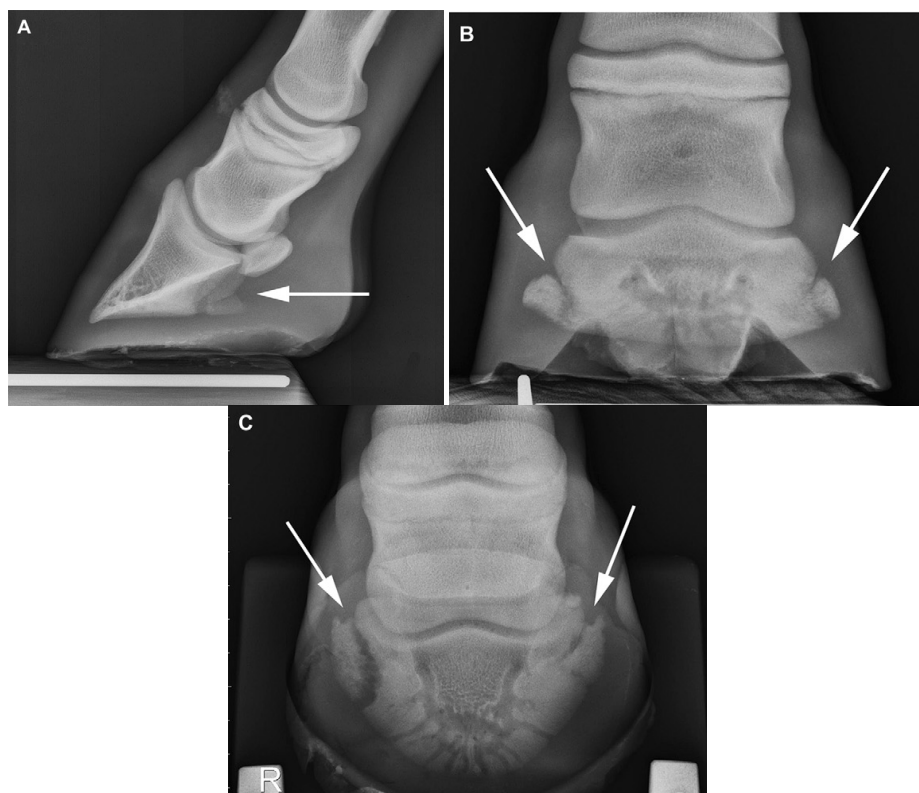


Figura 157. Radiografías que muestran fracturas de los procesos palmares no articulares en potros: A) lateromedial de un potro de 2 meses de edad. B) dorsopalmar de un potro de 4 meses de edad. C) dorsoproximal-palmarodistal oblicua de un potro de 4 meses de edad (Tomado de Bhatnagar y *et al*, 2010).

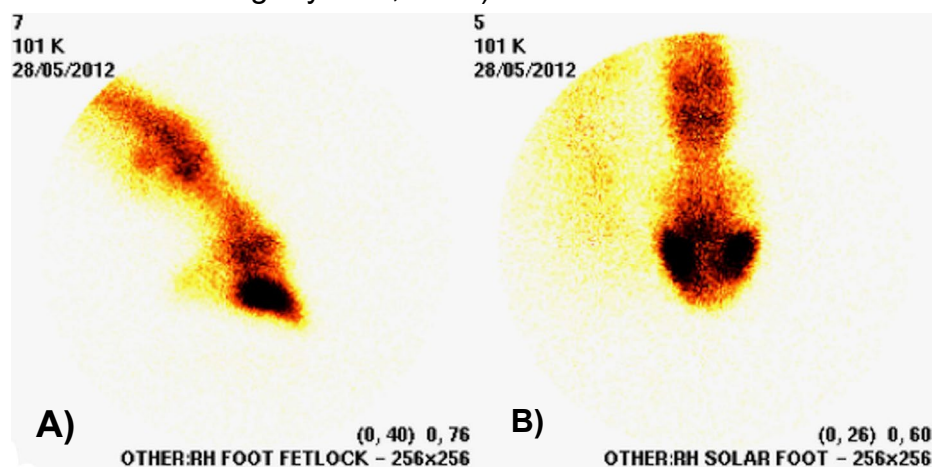


Figura 158. Gammagrafía A) lateral y B) solar de la falange distal, en la que se puede observar un incremento de la captación del radiofármaco en ambos procesos palmares de la falange distal (Modificado de Meehan y *et al*, 2015).

Pronóstico

El pronóstico para esta fractura es favorable, los potros conservan su rendimiento deportivo y se espera que la consolidación se logre en 8-12 semanas (105 días en promedio) (Baxter, 2020; Garza, 2017; Kidd, 2011).

Tipo de fractura	Localización	Articular	Tratamiento recomendado	Pronóstico
I	Proceso Palmar/plantar.	No	Confinamiento +/- herraje (fibra de vidrio en lugar de herraje).	Favorable
II	Fractura oblicua del proceso plantar "fractura alar".	Sí	Confinamiento + herraje (fibra de vidrio en lugar de herraje). Tornillo cortical con función de compresión.	De reservado a favorable
III	Fractura sagital media.	Sí	Confinamiento + herraje. Mejor candidato para tornillo cortical con función de compresión.	Reservado
IV	Proceso extensor (tamaño variable).	Sí	Remoción del fragmento independientemente del tamaño en la mayoría de los casos: artroscopía/artrotomía. Reparación con tornillo cortical con función de tracción, algunos casos agudos.	Pequeños: favorable Grandes: reservado
V	Conminuta.	Sí o no	Confinamiento + herraje.	Reservado
VI	Margen solar.	No	Confinamiento + herraje protector	Favorable
VII	Proceso palmar/plantar-inicia y termina en el margen	No	Principalmente en potros, solo confinamiento; sin herraduras	Favorable

solar.

Cuadro 5. Tratamiento y pronóstico para cada tipo de fractura (Baxter, 2020).

7.5. Osteítis pedal aséptica de la falange distal

Definición, etiopatogenia y epidemiología

Las osteítis pedal por definición es la desmineralización del margen solar de falange distal, resultado de un proceso inflamatorio, hay que recordar que este hueso recibe todo el peso del caballo y se encuentra sometido a estrés constantemente. En la actualidad no se conoce el origen de esta patología, pero para su comprensión su etiología se ha dividido en causas primarias o secundarias. La causa primaria está relacionada con la formación de hematomas solares únicos o crónicos, causados por contusiones en el casco y/o por realizar ejercicio en superficies duras. Las causas secundarias son laminitis, heridas penetrantes, abscesos subsolares, fracturas del borde solar y mala conformación del casco (Baxter, 2011; Dyson, 201; Schell, 2019; Ysusi, 2010).

También existen algunos factores predisponentes para el desarrollo de osteítis pedal, mencionados a continuación: adelgazamiento de la suela, desbalance del casco (caballos palmitiesos), aterrizaje incorrecto del casco, dietas deficientes, herrado incorrecto y disminución de la absorción de nutrientes por incapacidad digestiva (Schell, 2019).

Cuando la suela del casco tiene un espesor menor a 10mm, no amortigua la carga de peso y la falange distal se ve sometida a mayor estrés; un caballo sano y con un balance correcto del casco forma un ángulo de 5 a 10 grados entre la falange distal y el suelo, con la punta del hueso hacia distal, si esa angulación es menor o incluso igual a cero de igual forma la falange distal será sometida a mayor estrés (Schell, 2019). Esta falta de inclinación de la falange distal afecta principalmente a los procesos palmares o plantares.

Un recorte o herraje inadecuados hacen que el caballo tenga un desbalance del casco y que su aterrizaje al dar cada paso no sea uniforme, esto ocasiona que

ciertas porciones de la falange distal sean sometidas a mayor estrés y carga (Schell, 2019).

Como se puede observar, todos estos factores comparten el aumento de carga de peso y estrés sobre la falange distal, este exceso de carga es la causante de la formación de hematomas solares y la consecuente lisis ósea, características de la enfermedad. La constante presión en las láminas del casco, se cree que es la responsable del característico ensanchamiento de los canales vasculares de la falange distal, por la hiperemia ocasionada (Baxter, 2011; Dyson, 2011; Belknap, 2019).

Esta enfermedad es una causa de claudicación relativamente frecuente; los miembros torácicos son mayormente afectados en comparación con los miembros pélvicos (Baxter, 2011).

Diagnóstico

Signos clínicos

Los caballos con osteítis pedal aséptica pueden presentar una claudicación unilateral o bilateral de grado variable; la severidad depende de la causa y el grado de lesión. Esta claudicación suele exacerbarse después de realizar ejercicio, tras realizar ejercicio en superficies duras o después del herraje. A la palpación directa se puede encontrar incremento del pulso digital y mediante la palpación con pinza para casco el caballo mostrará dolor focal o generalizado en la suela (Baxter, 2011; Schell, 2019).

Analgesia perineural

La analgesia perineural del nervio palmar digital elimina el dolor en la mayoría de los casos (Baxter, 2011; Morrison, 2013).

Imagenología

El examen radiográfico debe incluir las siguientes proyecciones: dorsopalmar, dorsoproximal-palmarodistal oblicua, dorsolateral-palmaromedial oblicua y

dorsomedial-palmarolateral oblicua. Los signos radiográficos asociados con esta patología son los siguientes: desmineralización de la falange distal, ensanchamiento de los canales vasculares e irregularidad del margen solar por la presencia de hueso de neoformación (Fig. 159 y 160); este último es considerado el principal signo radiográfico y se cree que es consecuencia de una inflamación crónica (Baxter, 2011; Butler y col, 2008; Schell, 2019; Belknap, 2019; Morrison, 2013).

En la toma lateromedial también se pueden observar estos cambios radiográficos, permite observar la remodelación ósea en la punta de la falange distal (Butler y col, 2008).

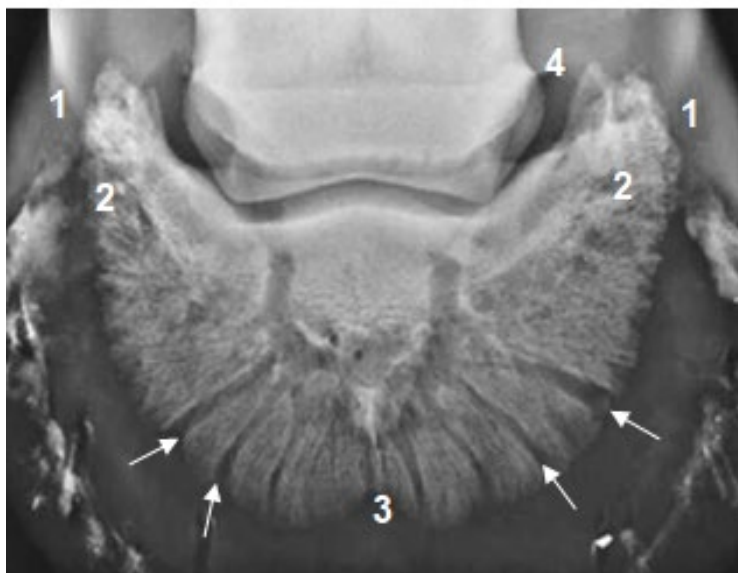


Figura 159. Osteítis pedal. Toma Dorsoproximal-palmarodistal oblicua de la falange distal; lateral se encuentra a la derecha. Se observa desmineralización del margen solar de la falange distal hacia palmar (1), áreas radiolúcidas difusas en los procesos palmares (2) y ensanchamiento de los canales vasculares (flechas). Se puede visualizar también la gran muesca correspondiente a la creña (3) y un entesofito (4) en la cara proximolateral del hueso navicular (Tomado de Butler y *et al*, 2008)

Esto cambios radiográficos de la falange distal no deben ser sobre interpretados, deben estar asociados a los signos clínicos que presenta el caballo, para confirmar el diagnóstico; ya que existe una amplia variación de cambios

radiográficos en la falange distal en caballos aparentemente sanos. También se sabe que los cambios radiográficos pueden persistir por largo tiempo, por lo que no siempre se encuentran asociados a inflamación activa y dolor (Baxter, 2011; Butler y col, 2008; Ross y Dyson, 2011; Dyson, 2011).

Por esto Dyson (2011) propone que la osteítis pedal no debe ser descrita como una causa de claudicación, y menciona que con el conocimiento actual la atribución de la claudicación a estos cambios radiográficos parece inapropiada, a no ser que se correlacione con gammagrafía o resonancia magnética (Ross y Dyson, 2011; Dyson, 2011).

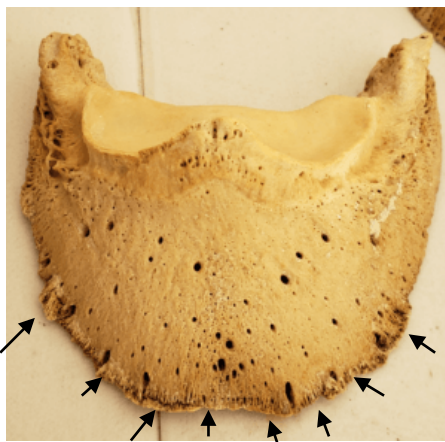


Figura 160. Falange distal obtenida de un espécimen, podemos observar lisis ósea del borde solar y presencia de hueso de neoformación (flechas), compatible con osteítis pedal (Modificado de Schell, 2019).

La gammagrafía y la resonancia magnética permiten saber si la inflamación se encuentra activa, de esta forma se sabe si los signos clínicos observados están relacionados con los cambios radiográficos o si se debe buscar otra causa de claudicación (Fig. 161 y 162) (Morrison, 2013; Dyson, 2011).

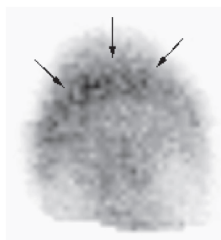


Figura 161. Gammagrafía nuclear de la falange distal, se puede observar captación moderada del radiofármaco en el borde solar de la falange distal, compatible con osteítis pedal y laminitis. (Modificado de Dyson, 2011).

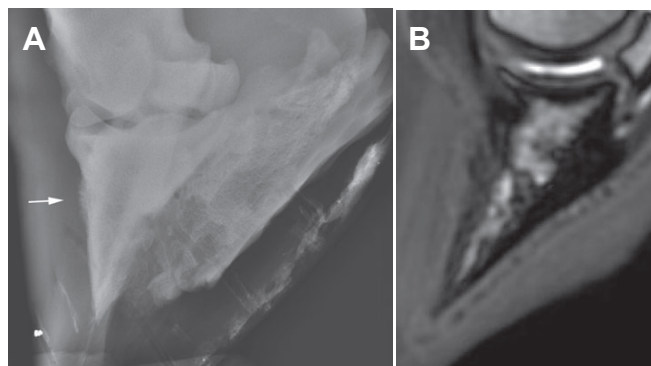


Figura 162. Caballo cruzado de pura sangre inglés de 5 años de edad con conformación apropiada del casco y orientación correcta de la falange distal. A) Toma dorsolateral-palmaromedial oblicua del casco, se puede observar hueso de neof ormación en el aspecto dorsal y remodelación ósea en la punta de la falange distal. B) Resonancia magnética, corte parasagital T2, se observa irregularidad de la corteza dorsal de la falange distal y disminución de intensidad de señal en todo el hueso trabecular de la falange distal. Compatibles con osteítis pedal (Modificado de Dyson, 2011).

La ultrasonografía también ha sido descrita como una técnica para poder evaluar el margen solar de la falange distal, en osteítis pedal el margen solar se observa como una línea hipoeoica irregular y en ocasiones discontinua, esta discontinuidad puede corresponder a una fractura. Se realiza con un transductor de multifrecuencia 5-6MHz en plano transversal y longitudinal para explorar a través de la ranilla y la suela del casco, desplazándose en dirección dorsal desde el sesamoideo distal hacia la pinza (Fig. 163) (Carstens, 2004).

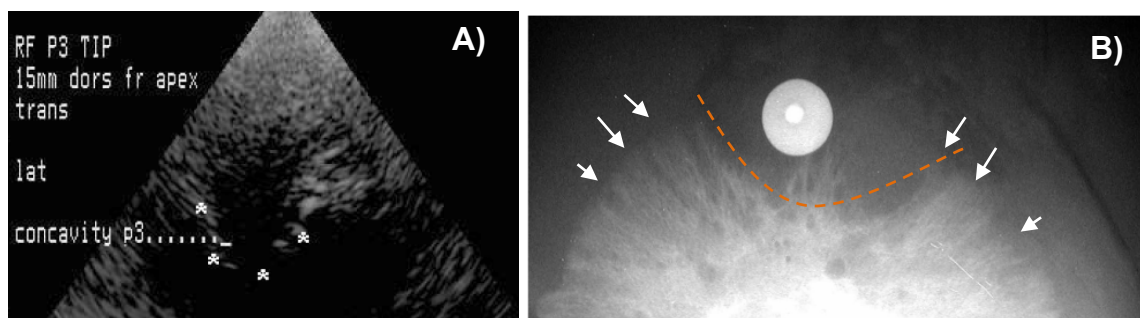


Figura 163. Casco de miembro torácico derecho con osteítis pedal. A) Ultrasonido de la falange distal en el que se observa una línea hiperecoica irregular correspondiente al margen solar (asteriscos). B) Radiografía de falange distal en la cual se observa irregularidad del margen solar (flechas) y una concavidad radiolúcida en la punta de la falange distal (línea punteada), con una tachuela como marca (Modificado de Carstens, 2004).

Tratamiento

El tratamiento de la osteítis pedal aséptica depende mucho de la causa inicial de la enfermedad, la función zootécnica que desempeña el caballo y los factores ambientales que lo rodean; pero en general está enfocado a reducir la inflamación de la falange distal, minimizar la cantidad de contusiones mediante el balance del casco y eliminar la causa inicial que desarrollo el problema. Por ejemplo, aquellos caballos que cursan con la presencia de hematomas solares son usualmente tratados con descanso, cambio a herraje de huevo para evitar que la suela este en contacto con el suelo y la administración de AINEs orales por tiempo variable. También se pueden emplear herrajes con plantilla para disminuir el impacto sobre el área afectada (Baxter, 2011; Hunt y Belknap, 2016; Belknap, 2019).

En general se utilizan distintos tipos de herrajes, que reduzcan el impacto sobre la suela del casco y faciliten el paso; se usan herraduras de banda ancha, almohadillas o plantillas, herraduras que tengan la función de cuña para proteger los talones o herraduras de cebolla (Fig. 164) (Morrison, 2013).



Figura 164. Herradura de cebolla; estas herraduras tienen una extensión en su canto interior, que aumenta la superficie de contacto con el casco y desvían el peso de los talones.

El descanso prolongado solo es recomendado cuando hay presencia de fracturas del margen solar o la claudicación es severa; se debe evitar el ejercicio en superficies duras hasta que disminuya la claudicación (Baxter, 2011; Hunt y Belknap, 2016).

Existen otras terapias adicionales que pueden favorecer el crecimiento del casco; el balance dietético para favorecer la disposición de nutrientes, ofrecer forrajes

ricos en nitratos para favorecer la circulación, forrajes ricos en minerales o suplementos comerciales específicos (Schell, 2019).

Pronóstico

El pronóstico por lo general es favorable si el caso no es crónico y el ambiente de trabajo puede ser controlado. Es reservado para caballos con osteítis pedal crónica y aquellos que están obligados a ejercitarse en superficies duras o si la enfermedad es secundaria a otra patología (Baxter, 2011).

7.6. Osteítis pedal séptica de la falange distal

Definición, etiopatogenia y epidemiología

La osteítis pedal séptica es la infección de la falange distal, esta puede desencadenarse a partir de distintos mecanismos que a continuación serán mencionados: heridas penetrantes que permiten que la falange distal sea invadida por bacterias presentes en el medio ambiente, infecciones de los tejidos blandos adyacentes que se diseminan al hueso, una laminitis crónica o la llegada del patógeno por vía hematógica como consecuencia de una septicemia en el caso de potros; debe tomarse en cuenta que la falange distal es un sitio potencial para la diseminación de bacterias tras una artritis séptica, por la cantidad de vasos encargados de su irrigación. Las causas más comunes son los abscesos subsolares, las fracturas del margen solar y las heridas penetrantes en orden de aparición, en caballos adultos es más frecuente en los miembros torácicos, mientras en potros ocurre con mayor frecuencia en los miembros pélvicos (Baxter, 2011; Butler y *et al*, 2008; Neil y *et al*, 2007; Cullimore y Booth, 2009; Milner, 2011; Baker y *et al*, 2019; Sayegh y *et al*, 2001).

La inflamación aguda ocurre después de la colonización bacteriana en el hueso, posteriormente hay presencia de isquemia, necrosis y la posible formación de un sequestro óseo conformado por: el *involucrum*, el sequestro óseo y la cloaca; estas lesiones se pueden desarrollar rápidamente, en 2 a 3 días (Neil y *et al*, 2007).

A diferencia de la infección de otros huesos del caballo, no puede ser denominada osteomielitis, ya que la falange distal carece de médula ósea (Neil y *et al*, 2007)

Diagnóstico

Signos clínicos

La claudicación suele ser más severa en comparación con la causada por una osteítis pedal aséptica y suele ser crónica. En un estudio se evaluó la claudicación de un grupo de caballos con esta patología, se determinó que el 53% de los caballos tenía una claudicación grado 4/5, mientras el 33% presentaba de 3/5. Otros signos clínicos asociados con esta enfermedad son: el aumento de la temperatura de la muralla del casco y el incremento de la intensidad del pulso digital palmar o plantar del miembro afectado, sin embargo, estos signos pueden estar presentes en cualquier enfermedad que afecta al casco equino. La palpación con pinzas para casco, en algunos casos ayuda a identificar la zona de dolor, como es el caso de los abscesos subsolares, facilitando su drenado (Baxter, 2011; Mizobe y *et al*, 2017).

Analgesia perineural

El bloqueo del nervio digital palmar puede no eliminar la claudicación; ser negativo o parcial en caballos con esta patología (Baxter, 2011; Butler y col, 2008).

Imagenología

El diagnóstico radiológico de la osteítis pedal séptica suele ser sencillo, se puede observar pérdida de la arquitectura trabecular de la falange distal, irregularidad del margen solar, pérdida de la densidad focal o difusa del hueso en general, ensanchamiento de los canales vasculares y puede estar presente un secuestro óseo (Fig. 165). Cuando se trata de una infección la parte más afectada del hueso es su porción dorsal y se puede observar con la pérdida de densidad antes mencionada, las áreas radiolúcidas observadas tienen hueso de neoformación en sus bordes y son irregulares (Baxter, 2011; Butler y *et al*, 2008; Cullimore y Booth, 2009; Mizobe y *et al*, 2017).

En ocasiones cuando la lesión es tratada con antibióticos, se forma una lesión radiográficamente similar a un quiste óseo, que contiene material purulento en su interior y a su alrededor se observa una marcada esclerosis (Fig. 166) (Butler y *et al*, 2008).



Figura 165. Osteítis pedal séptica. Toma dorsoproximal-palmarodistal de la falange distal colimada, de un Purasangre Inglés de un año de edad con una cloaca (flecha blanca) que drena en la porción medial del casco con una duración de 3 meses. Medial se encuentra a la izquierda. En la porción medial de la falange distal se observa una zona radiolúcida resultante de la infección (flecha negra). También se observa una línea curva radiolúcida en la porción medial del casco que representa la separación de las láminas (cabezas de flecha) (Modificada de Butler y *et al*, 2008).

La resonancia magnética permite evaluar cambios óseos que no es posible evaluar en el examen radiográfico, también se ha hecho uso de la gammagrafía, ya que esta técnica no es altamente específica para identificar los cambios en hueso (Mizobe y *et al*, 2017, Sayegh y *et al*, 2001).

Pruebas de laboratorio

En el caso de esta patología es de utilidad realizar un hemograma, para realizar el conteo de células sanguíneas y determinar la concentración plasmática del fibrinógeno, sin embargo se encontrarán cambios hasta los 10-14 días de iniciada la infección. El cultivo microbiológico de una muestra tomada es de gran importancia, ya que ayuda a determinar el tratamiento, este cultivo debe ser para

bacterias aerobias, bacterias anaerobias y hongos; una vez identificado el agente causante de la osteítis séptica se debe realizar una prueba de susceptibilidad a antimicrobianos para seleccionar un tratamiento exitoso; en el caso de potros también se debe realizar un hemocultivo (Sayegh y *et al*, 2001).

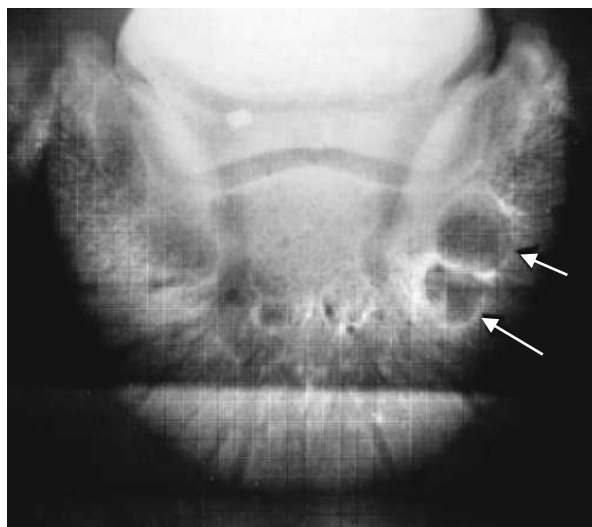


Figura 166. Infección de la falange distal. Toma dorsoproximal-palmarodistal; se observan áreas radiolúcidas (flechas blancas) rodeadas por esclerosis, estas sugieren la presencia de material purulento en la falange distal. La imagen se adquirió utilizando una película y pantalla convencionales y una rejilla que causó las líneas en la reproducción de la imagen. (Modificada de Butler y *et al*, 2008).

Tratamiento

El tratamiento para la osteítis séptica incluye el uso de antibióticos sistémicos y en perfusiones regionales, también se recomienda el desbridamiento quirúrgico para eliminar el tejido necrótico e infectado y proporcionar un drenado apropiado, excepto si la infección afecta al proceso extensor. El desbridamiento también es útil para poder tomar una muestra bacteriológica y elegir un antibiótico apropiado, por medio de un antibiograma como se mencionó anteriormente (Fig. 167 y 168) (Baxter, 2011; Neil y *et al*, 2007; Cullimore y Booth, 2009; Milner, 2011; Hunt y Belknap, 2016; Baker y *et al*, 2019; Mizobe y *et al*, 2017).

La administración de antibióticos puede durar entre 5 y 26 días, dependiendo de la severidad y del agente causal de la infección. Algunos de los antibióticos utilizados

para perfusiones regionales, son los siguientes: amikacina (500mg-1g), ampicilina (1-3g), penicilina sódica (1- 2 millones de U), gentamicina (200-600mg), ceftiofur (250-500mg) y vancomicina (150-200mg) (Quiroga, 2018).

El control de la inflamación y la disminución del impacto sobre la falange distal también deben ser contemplados, para esto se recomienda el uso de fenilbutazona y de herrajes terapéuticos, como la herradura de huevo; además está indicado no realizar ejercicio sobre superficies duras (Quiroga, 2018).



Figura 167. Secuestro óseo. Toma dorsoproximal-palmarodistal oblicua de la falange distal de un caballo con un drenaje crónico en la suela del casco, se puede observar lisis ósea, la presencia de un *involucrum* (flechas negras) y un secuestro óseo (flecha blanca) (Modificado de Baxter, 2011).



Figura 168. Casco correspondiente a la radiografía que se encuentra a la izquierda, después de la eliminación del secuestro observado a través de la suela del casco (Tomada de Baxter, 2011).

Pronóstico

El pronóstico depende de la cronicidad, la severidad y de las estructuras involucradas. De tratarse una osteítis séptica el pronóstico puede ser de reservado a favorable si la infección logra ser controlada, tras la cirugía el pronóstico es reservado, aunque depende de la cantidad de tejido involucrado y su ubicación (Baxter, 2011; Butler y col, 2008; Milner, 2011; Baker y et al, 2019; Quiroga, 2018).

7.7. Osteocondrosis del proceso extensor de la falange distal

Definición, etiopatogenia y epidemiología

La osteocondrosis es causada por una falla en la osificación endocondral del cartílago en crecimiento del complejo articular/epifisario. Se han propuesto la isquemia del cartílago de crecimiento y la alteración de la síntesis de colágeno tipo II como factores importantes en la patogenia de la enfermedad. La alteración del proceso de osificación endocondral conduce a: retención y engrosamiento del cartílago articular, necrosis de las capas basales del cartílago articular retenido y defectos del hueso subcondral. Resultando en el desarrollo de un núcleo de cartílago, que se puede observar como un fragmento osteocondral y que favorece el estrés biomecánico en la articulación. Estas lesiones primarias pueden progresar promoviendo el daño a la articulación y causando otros cambios patológicos como: fracturas subcondrales, la separación de fragmentos osteocondrales (osteocondritis disecante), quistes subcondrales, osteocondritis y sinovitis (Distl, 2013; Butler, 2008, Hernández y *et al*, 2011; Naccache, 2018).

En la articulación interfalángica distal (AID) ocurre en el proceso extensor de la falange distal, sin embargo, esta articulación es poco afectada en comparación con otras regiones que suelen presentar OC, como la tarsocrural y la cresta distal intermedia de la tibia. En un estudio realizado en 1,231 caballos Warmblood Alemanes, se calculó el porcentaje de prevalencia de OC en cada región, únicamente 16 caballos equivalentes al 1.3% de dicho grupo presentaron OC de la AID, esta información se obtuvo realizando exámenes compraventa (Vos, 2008; Santos, 2018; Ross y Dyson, 2011; Wright y Minshall, 2005).

Los fragmentos osteocondrales correspondientes a OC del proceso extensor pueden ser de tamaños variables, desde aquellos que no afectan la integridad de la articulación, hasta fragmentos demasiado grandes que la involucran por completo (Compagnie y *et al*, 2016).

Los términos osteocondrosis (OC) y osteocondritis disecante (OCD) se llegan a utilizar como sinónimos, pero esto es incorrecto, ya que representan etapas

diferentes de la enfermedad. Actualmente se clasifican de la siguiente manera: OC correspondiente a la enfermedad primaria, osteocondritis que es resultado de una respuesta inflamatoria a la OC y OCD en la cual se puede observar un fragmento de cartílago articular libre (Santos, 2018).

Se considera una patología multifactorial, los factores predisponentes para desarrollar esta enfermedad serán mencionado a continuación: tasa de crecimiento acelerada, estrés biomecánico, isquemia del cartílago en crecimiento, desequilibrio Ca: P y deficiencia de Cu, deficiencia de las vitaminas A, C y D, deficiencia de biotina, dietas altas en carbohidratos y obesidad de la madre durante la gestación y la lactancia (yeguas insulino-resistentes) (Hernández y *et al*, 2011; Wright y Minshall, 2005; Lykkjen y *et al*, 2011; Naccache, 2018).

Se cree que existe una relación entre los quistes subcondrales y la OC, ya que ambos procesos ocurren como consecuencia de una osificación endocondral defectuosa (Story y Bramlage, 2010).

Esta patología ocurre en caballos de todas las razas, en algunas como los ponis Shetland es rara en comparación con otras como los Warmblood, pura sangre inglés y trotones, en las cuales es la principal patología del aparato locomotor en animales jóvenes (Distl, 2013; Lykkjen y *et al*, 2011; Van Weeren, 2006).

Diagnóstico

Signos clínicos

Dependiendo del tamaño del fragmento y la cronicidad, estos caballos pueden presentar un grado de claudicación variable e incluso no claudicar, principalmente los caballos jóvenes no presentan signos clínicos y la presencia de un fragmento osteocondral en el proceso extensor puede ser un hallazgo incidental, ya que la claudicación no se desarrolla hasta que el ejemplar no realice ejercicio de forma regular, induciendo sinovitis de la AID (Compagnie y *et al*, 2016).

Estos signos clínicos se exacerban en caballos jóvenes con un entrenamiento exhaustivo y sin intervención quirúrgica, como resultado hay disminución del rendimiento y de la duración de su vida deportiva (Naccache, 2018).

El origen del dolor en la osteocondrosis es una incógnita, ya que los caballos pueden presentar severos cambios patológicos sin mostrar dolor. El signo más común de la osteocondrosis es la distensión de la articulación afectada, la cual puede no presentar dolor como ya se mencionó, este signo puede ser bilateral (Hernández y *et al*, 2011; Wright y Minshall, 2005).

Analgesia local

La analgesia intraarticular de la AID puede tener una respuesta positiva, sin embargo, hay que tener en cuenta que puede ser por la presencia de una enfermedad degenerativa articular secundaria (Compagnie y *et al*, 2016; Ysusi, 2012).

Imagenología

El examen radiológico ha sido el método más empleado para la confirmación del diagnóstico, la proyección indicada para la detección de OC en el proceso extensor de la falange distal es la lateromedial. Durante la etapa temprana de la enfermedad no se observarán cambios radiográficos, ya que no hay daño significativo al hueso subcondral que pueda ser visualizado (Hernández y *et al*, 2011; Wright y Minshall, 2005).

Los signos radiográficos asociados con OC incluyen: fragmentos osteocondrales discretos con márgenes redondeados, alteraciones en el contorno de la superficie articular y zonas radiolúcidas de formas irregulares en el hueso subcondral (Distl, 2013; Butler, 2008; Ysusi, 2012).

Los cambios radiográficos permiten elegir el tratamiento y dar un pronóstico. Las lesiones con frecuencia son bilaterales (50-58%), sin embargo, las manifestaciones clínicas a menudo son unilaterales, por lo que es importante evaluar radiográficamente el miembro contralateral (Ysusi, 2012).

Pruebas de laboratorio

El análisis del líquido sinovial puede ser de ayuda en el diagnóstico de OC/OCD y su diferenciación con otras enfermedades articulares como la osteoartritis, ya que el líquido sinovial refleja los cambios que pueden estar presentes en la membrana sinovial y los tejidos articulares, la muestra es obtenida por artrocentesis y colectada en un tubo con EDTA (Sousa, 2008). En la siguiente tabla se enlistarán las características esperadas en el líquido sinovial de un caballo con OC/OCD (Cuadro 6):

Diagnóstico	Apariencia	Viscosidad	Proteína total g/dl	Leucocitos
Normal	Amarillo pálido, claro	Alta	1.81+-0.26	167+-21
OCD	Transparente a amarillo claro	Alta o baja	2.1+-1.2	≤ 1000

Cuadro 6. Características del líquido sinovial (Modificado de Sousa, 2008; Santos, 2018).

Tratamiento

Tratamiento médico

El tratamiento médico consiste en la restricción de ejercicio, con o sin medicación intraarticular, la regulación de la tasa de crecimiento y el balance de la dieta. La reducción del dolor y el tratamiento de la enfermedad articular deben de servir para detener o retardar la progresión de las lesiones, mediante la condroprotección (Santos, 2018).

En el caso de la OC, se considera que el tratamiento con antiinflamatorios no esteroidales (AINEs) acompañado de ejercicio controlado, resuelve el cuadro clínico en un 55 a 60% de los casos; fenilbutazona a una dosis inicial de 4.4 mg/kg BID, posteriormente a 2.2 mg/kg BID, flunixin de meglumine a 1.1mg/kg SID IV o PO, ketoprofeno a 2.2mg/kg SID IV o IM (en el caso de potros menores a 24 horas

se puede incrementar la dosis 1.5 veces), naproxeno a 10mg/kg SID o BID PO o IV, carprofeno a 0.7mg/kg IV o 1.4mg/kg SID PO (Santos, 2018; Goodrich y Nixon, 2006).

Los medicamentos intraarticulares empleados son acetato de metilprednisolona (10-40mg/articulación) con ácido hialurónico, triamcilonolona (3-18mg/articulación), ácido hialurónico (10- 50 mg/articulación) y glicosaminoglicanos polisulfatados (dosis dependiente de la presentación). También se emplea el glucosamina/condroitin sulfato y otros suplementos orales que funcionan como condroprotectores (Santos, 2018; Goodrich y Nixon, 2006; Bolt, 2013).

Tratamiento quirúrgico

Pero realmente el tratamiento de elección difiere según el tamaño del fragmento y la cronicidad, en los casos agudos inicialmente se recomienda el tratamiento médico antes mencionado. En caballos con una claudicación crónica y recurrente, a pesar de haber empleado el tratamiento médico, se recomienda la remoción quirúrgica. Algunos autores indican la eliminación profiláctica de cualquier fragmento del proceso extensor, para evitar la osteoartritis secundaria (Compagnie y *et al*, 2016).

Como en cualquier otra articulación la eliminación del fragmento (artrotomía) se realiza mediante artroscopía, sin embargo no existe un tratamiento óptimo para la eliminación de fragmentos grandes que involucren más del 25% de la superficie articular (Compagnie y *et al*, 2016).

Pronóstico

El pronóstico para caballos con eliminación artroscópica de fragmentos grandes del proceso extensor mediante artrotomía, es de reservado a desfavorable, únicamente el 57% de los caballos regresan a desempeñar su función zootécnica (Compagnie y *et al*, 2016).

En general los caballos que son tratados bajo la eliminación artroscópica del fragmento presente en el proceso extensor tienen un pronóstico favorable a corto

plazo, pero la claudicación reincide después de tiempo, lo cual hace que el pronóstico a largo plazo sea de reservado a desfavorable (Crowe y *et al*, 2010).

En el pronóstico de estos caballos, también se debe de tener en cuenta que las lesiones osteocondrales suelen resultar en el desarrollo de osteoartritis (Santos, 2018).

7.8. Neoplasias en la falange distal

Definición, etiopatogenia y epidemiología

Las neoplasias en tejido óseo son comunes en la medicina veterinaria, sin embargo existen pocos reportes en grandes especies en comparación con las pequeñas. Las neoplasias óseas benignas por lo general no son dolorosas y los síntomas están dados por la compresión de las estructuras que se encuentran a su alrededor; entre este tipo de neoplasias se encuentra el osteocondroma que es un tumor osteocartilaginoso que ocurre con mayor frecuencia en perros, pero también ha sido reportado en caballos, generalmente ocurre en tercio distal del radio (Vanel y *et al*, 2013).

El osteosarcoma es la neoplasia de tejido óseo más común en la veterinaria, ha sido reportada en caballos, pero no se ha logrado identificar predisposición racial o de algún otro tipo, ya que como se mencionó anteriormente es poco común en comparación con otras especies como los perros o los gatos, esto puede estar relacionado con el número de casos reportados. Se ha descrito en pequeñas especies y en la medicina humana que esta neoplasia es resultado de la carga de peso constante, lo cual explicaría su presencia en el esqueleto apendicular. Pero en el caso de los herbívoros ocurre con mayor frecuencia en la mandíbula y se cree que está relacionado con la masticación, únicamente el 6.3% de los caballos con osteosarcoma lo presentan en los miembros (Vanel y *et al*, 2013; Knottenbelt y *et al*, 2015; Nelson y Baker, 1998; Bush y *et al*, 2007).

Existe el reporte de un caso de osteosarcoma pedal en un burro de 18.5 años de edad, presentaba una claudicación severa y crónica, acompañada de la presencia

de una masa en la porción dorsal de la falange distal, el artículo no incluye el estudio radiográfico (Nelson y Baker, 1998).

No se conoce la etiología y la patogenia de este tumor, pero han sido propuestos como hipótesis algunos factores de predisposición: traumas, infecciones virales, exposición a radiación y factores genéticos (Knottenbelt y *et al*, 2015; Bush y *et al*, 2007).

En caballos también ha sido descrita la presencia de fibrosarcomas en la falange distal y siempre debe ser considerado diferencial de osteosarcoma, la resonancia magnética permite evaluar el tejido fibroso característico de esta neoplasia como una señal hipointensa, pero siempre debe ser confirmado con una biopsia. No se ha encontrado el reporte de algún caso clínico (Vanel y *et al*, 2013; Butler, 2017).

La falange distal es un área poco común para el desarrollo de neoplasias en general, el keratoma es la neoplasia más común en el casco del equino, seguida por el carcinoma de células escamosas; pero estas no corresponden a tejido óseo, aunque si generan cambios secundarios en el hueso (Knottenbelt y *et al*, 2015).

El carcinoma de células escamosas es una neoplasia cutánea, que aunque involucra con mayor frecuencia uniones mucocutáneas (labios, nariz y ano), también puede ocurrir raramente en el casco, la ranilla y la suela; se diagnostica en caballos de 15 años edad en promedio. Cuando esta neoplasia invade al casco, puede invadir la falange distal y causar fracturas patológicas del hueso; tiene una frecuencia metastásica entre el 10 y el 19% (Knottenbelt y *et al*, 2015).

El carcinoma de células escamosas se caracteriza por la presencia de quistes epidermoides que suelen ser solitarios y frecuentemente se encuentran en la cabeza y las extremidades distales. Estos quistes también han sido reportados en ubicaciones no cutáneas, a continuación, serán nombradas: mandíbula, falange distal, vaina del tendón flexor digital profundo; estas pueden surgir de remanentes embrionarios o por la implantación traumática de células epiteliales. También los melanomas malignos anaplásicos que involucran el casco, aunque son raros,

pueden causar osteólisis de la falange distal y su separación del casco al afectar la pared y la banda coronaria (Knottenbelt y *et al*, 2015).

Por tratarse de esta región y porque únicamente se describen las patologías presentes en tejido óseo, este capítulo se enfocará en el diagnóstico, tratamiento y pronóstico de osteosarcoma.

Diagnóstico

Signos clínicos

En caballos con osteosarcoma apendicular ha sido reportada la presencia de dolor, acompañado de una claudicación severa; raramente se encontrarán cambios paraneoplásicos como fiebre a pesar de la severidad de algunos tumores. Estos caballos tienen predisposición a fracturas patológicas (Knottenbelt y *et al*, 2015).

Imagenología

La radiología sigue siendo el método de elección para el diagnóstico de neoplasias óseas en la medicina veterinaria, la apariencia de dichos tumores puede variar desde la presencia de lisis ósea hasta la presencia de hueso de neoformación y la variación en la densidad del hueso entre estos dos extremos (Figura 168). Existen algunas lesiones que son compatibles con la lisis o ruptura del periostio del hueso como consecuencia de la proliferación tumoral y la degeneración de la corteza, como el triángulo de Codman. También se puede observar como consecuencia, la presencia de hueso de neoformación en la zona donde se ha roto el periostio y la inflamación de los tejidos blandos adyacentes (Vanel y *et al*, 2013; Knottenbelt y *et al*, 2015).

El osteosarcoma no involucra la porción articular, pero el hueso subcondral y los tejidos blandos adyacentes a la articulación se pueden ver afectados; la apariencia radiográfica es similar a la observada en una infección ósea causada por hongos; la diferenciación se realizará por la historia clínica del caballo. Para obtener el

diagnóstico definitivo es necesaria la realización de una biopsia con ayuda de fluroscopía, lo cuales complicado por la región (Vanel y *et al*, 2013).

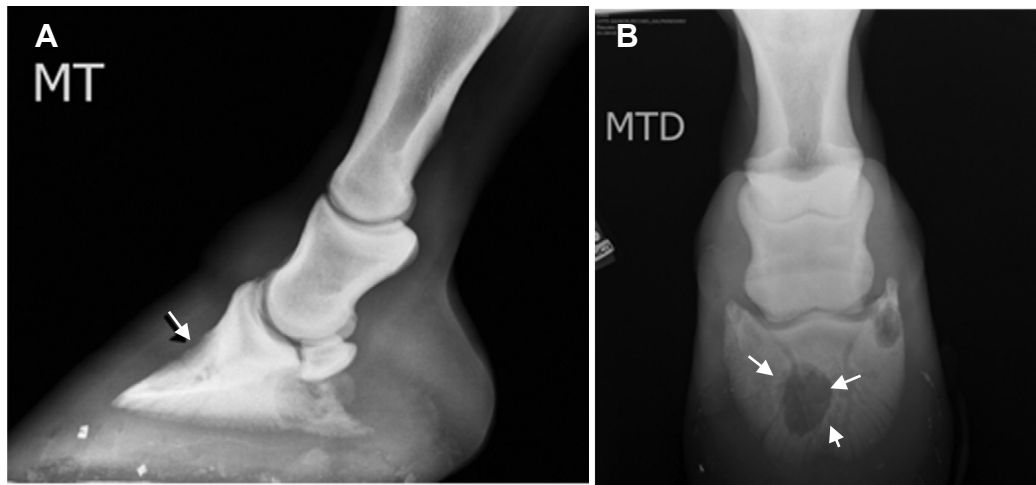


Fig 168. Tomas radiográficas lateromedial (A) y dorsoproximal-palmarodistal (B) del casco de un caballo con presencia de claudicación severa, causada por un osteosarcoma, se puede apreciar lisis y remodelación ósea (flechas) (Modificada de Vanel, 2013).

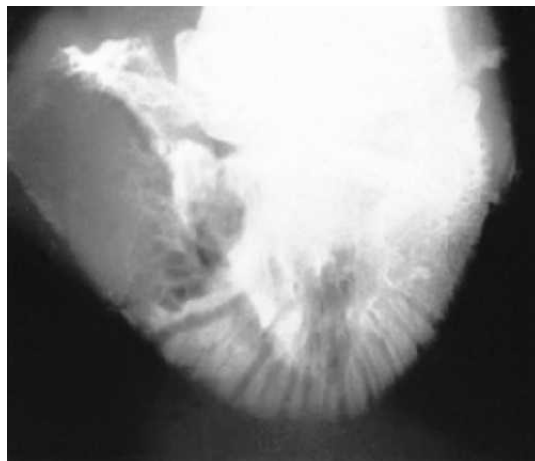


Fig 169. Toma dorsoproximal-palmarodistal oblicua, donde se observa la remodelación ósea como consecuencia de un fibrosarcoma (Butler, 2017).

Otros métodos diagnósticos empleados para su diagnóstico son la tomografía computarizada y la resonancia magnética, la tomografía computarizada permite evaluar la destrucción ósea y la esclerosis, se observará la destrucción cortical causada por el osteosarcoma. En la resonancia magnética se podrá observar la

extensión del tumor y su relación con las estructuras adyacentes, el osteosarcoma en T2 se observará como una masa heterogénea con hiperseñal en el interior, incluso si es hipointensa. La gammagrafía permite evaluar la actividad metastásica del tumor (Vanel y *et al*, 2013).

Tratamiento.

La resección quirúrgica del tumor o amputación es el tratamiento de elección en animales pequeños, sin embargo, este procedimiento no es redituable en el caso de los caballos. Existe un reporte de tratamiento exitoso realizando la resección quirúrgica del tumor en combinación con quimioterapia en tumores apendiculares (Vanel y *et al*, 2013; Knottenbelt y *et al*, 2015; Bielack y *et al*, 2004).

Pronóstico

A pesar de la poca incidencia e información en caballos, se ha determinado que el comportamiento del osteosarcoma es similar que en gatos, la actividad metastásica no es tan agresiva como en el caso de los perros o humanos (Vanel y *et al*, 2013; Nelson y Baker, 1998; Bielack y *et al*, 2004). Sin embargo, el pronóstico para estos animales es desfavorable, la mayoría de los caballos son sometidos a eutanasia al momento del diagnóstico, porque la resección del tumor limita la capacidad de desempeñar su función zootécnica (Knottenbelt y *et al*, 2015).

La amputación de la porción distal del miembro no ha sido aceptada y únicamente se ve como una opción para mantener con vida al caballo, sin embargo, su pronóstico es desfavorable, puede tener varias complicaciones: fracturas durante la recuperación de la anestesia, osteomielitis, presencia de laceraciones en el muñón al colocar una prótesis, daño en el miembro contralateral por la carga de peso (laminitis) y baja aceptación del caballo a la ausencia del miembro (Vlahos y Redden, 2010).

8 Patologías óseas que involucran a los procesos palmares/plantares

8.1. Osteítis de los procesos palmares/plantares de la falange distal

Definición, etiopatogenia y epidemiología

Los procesos palmares y plantares son elongaciones piramidales que forman parte de la falange distal, se localizan en sus porciones medial y lateral, se prolongan hacia palmar/plantar y en su porción proximal se unen con los cartílagos ungulares o colaterales. Cada uno está dividido justo a la mitad por una muesca o tiene un orificio, que conduce al surco dorsal de la falange distal (Ross y Dyson, 2011).

La osteítis de los procesos palmares se considera parte de lo que llamamos osteítis pedal compleja, por definición es la desmineralización focal o generalizada y la lisis ósea de los procesos palmares o plantares de la falange distal (Ross y Dyson, 2011; Butler, 2017; Baxter, 2011; Dyson, 2011). Esta desmineralización, a menudo es observada en caballos que no presentan ningún signo y ocurre con mayor frecuencia en los miembros torácicos (Ross y Dyson, 2011).

Se le ha encontrado relación con contusiones constantes en el casco y una conformación inadecuada del mismo; bajos de talones, talones colapsados, largos de pinzas o con una suela plana y delgada (palmitiesos) (Ross y Dyson, 2011). La disminución de la altura de los talones genera que los procesos reciban más estrés y carga al dar cada paso, contribuyendo con su lisis ósea (Schell, 2019).

Diagnóstico

Signos clínicos

Los caballos con osteítis de los procesos palmares o plantares pueden presentar una claudicación generalmente bilateral, que tiene un inicio insidioso y se acentúa en superficies duras (Ross y Dyson, 2011).

El adelgazamiento de la suela genera que la presión ejercida con las pinzas para casco tenga una respuesta positiva, pero el dolor producido no será local, sino generalizado (Ross y Dyson, 2011).

Analgesia perineural

Se obtendrá una respuesta positiva al bloqueo del nervio digital palmar, pero no se encontrará ningún cambio con la analgesia de la articulación interfalángica distal y la analgesia de la bursa del navicular (Ross y Dyson, 2011; Belknap, 2019).

Imagenología

El diagnóstico de esta patología requiere de un examen radiográfico e idealmente de resonancia magnética y tomografía computarizada. Las tomas de rutina para evaluar los procesos palmares/plantares son la dorsoproximal-palmarodistal oblicua y la palmaroproximal-palmarodistal oblicua. Estas tomas sirven para poder observar la elongación de los procesos palmares/plantares, la dorsoproximal-palmarodistal también permite observar discretas áreas radiolúcidas de 2 a 3mm de diámetro en los procesos palmares/plantares, relacionadas con hueso de neoformación y el aspecto trabecular se hace más evidente por la desmineralización del hueso (Fig.170) (Ross y Dyson, 2011; Butler, 2017).

En una toma lateromedial, se debe evaluar la orientación de la falange distal, en caballos sanos el margen solar de esta debe ser liso y formar un ángulo entre 5 y 10 grados con respecto a la suela; los caballos afectados pierden esta inclinación y pueden llegar a tener los procesos palmares a la misma altura que la punta de la falange distal (Fig. 171) (Schell, 2019). En esta toma también se puede observar remodelación ósea, irregularidad de sus bordes y alargamiento de los procesos palmares/plantares (Butler, 2017).

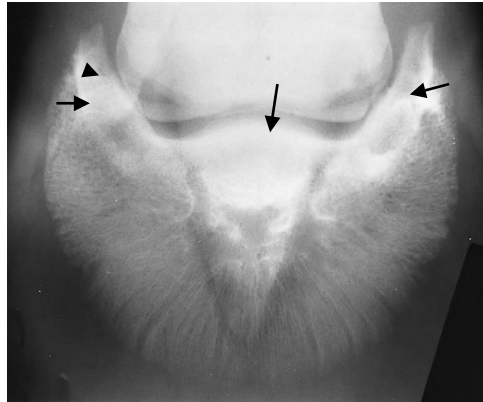


Figura 170. Toma dorsoproximal-palmarodistal oblicua de la falange distal, de un caballo de 8 años de edad con dolor recurrente en los talones; en la cual se puede observar alteración del patrón trabecular de los procesos palmares (esclerosis) (flechas negras) y áreas radiolúcidas de diferentes tamaños en los mismos (cabezas de flechas) (Modificado de Ross y Dyson, 2011)

Algunas de las variaciones normales que se pueden observar serán mencionadas a continuación: el aspecto solar de los procesos palmares/plantares puede en apariencia parecer hueso esponjoso y sus porciones abaxiales son lisas, mientras las dorsolaterales y dorsales son ligeramente irregulares, justo por la mitad del proceso palmar/plantar (Butler, 2017).

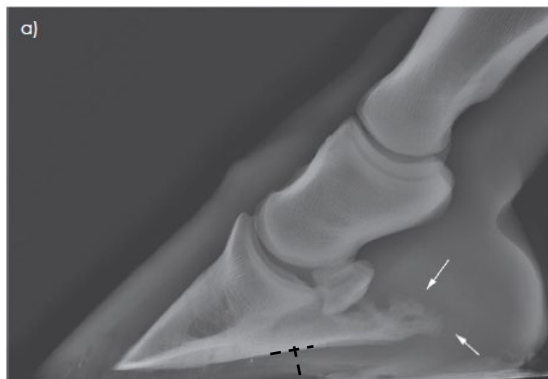


Figura 171. Toma lateromedial de casco, en la cual se observa la elongación de los procesos palmares (flechas blancas) y el adelgazamiento de la suela (línea punteada negra) (Modificado de Dyson, 2011).

En la gammagrafía, cuando hay presencia de metabolismo activo en el hueso, se incrementará la captación del radiofármaco en los procesos palmares/plantares, pero esto puede ser un hallazgo incidental, por lo que se debe correlacionar con

los signos clínicos y el examen radiográfico (Fig. 173) (Ross y Dyson, 2011: Dyson, 2011).

En la resonancia magnética se observa un aumento de intensidad en uno o ambos procesos palmares/plantares, con irregularidad cortical e interrupción de la arquitectura laminar adyacente; pero también se puede observar disminución de la intensidad en las secuencias T2 y T1, esto como resultado de la mineralización de los mismos en caballos sin presencia de claudicación (Ross y Dyson, 2011).

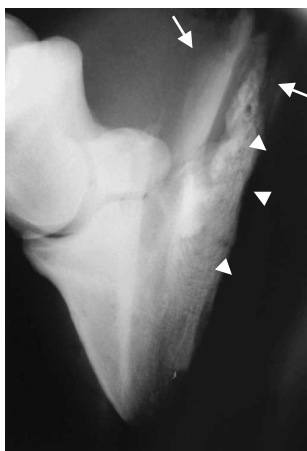


Figura 172. Toma dorsomedial-palmarolateral oblicua del casco de un caballo raza warmbloodholandés de 10 años de edad, con talones bajos y colapsados; en la que se puede observar alargamiento de los procesos palmares/plantares (flechas blancas) y remodelación ósea de su borde solar (cabezas de flechas blancas) (Modificado de Butler, 2017).

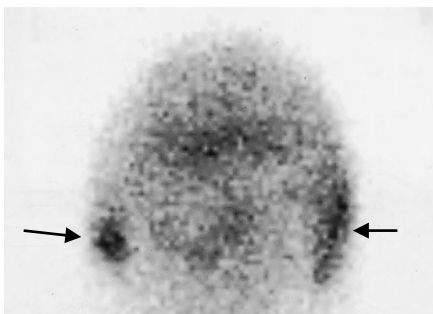


Figura 173. Gammagrafía de casco de un caballo raza warmblood de 9 años de edad, en la que se observa un incremento en la captación de radiofármaco en los procesos palmares de la falange distal (flechas negras) (Modificado de Ross y Dyson, 2011).

Tratamiento

El tratamiento efectivo depende del diagnóstico temprano de la osteítis pedal, el balance del casco y el herraje correctivo, para recuperar la conformación normal. La respuesta al herraje es lenta, ya que requiere del crecimiento del casco, durante este tiempo está contraindicado el ejercicio en superficies duras (Ross y Dyson, 2011; Butler, 2017).

En algunos casos se pueden descalzar al caballo por 6 meses y dejar en pasto sin restricción del ejercicio, solo si la suela no se ha adelgazado y el piso no es duro (Ross y Dyson, 2011).

Pronóstico

Los caballos con claudicación crónica y con la cápsula del casco distendida y distorsionada, tienen un pronóstico reservado (Ross y Dyson, 2011). Pero en casos agudos, en los cuales se puede controlar el ambiente de trabajo el pronóstico es favorable (Baxter, 2011).

8.2. Osificación/mineralización de los cartílagos ungulares

Definición, etiopatogenia y epidemiología

La osificación de los cartílagos ungulares o colaterales de la falange distal (*sidebones*) es relativamente común en razas pesadas, como las razas de tiro y los warmblood. Principalmente los caballos de tiro, se cree que el 80% presenta esta condición. También ha sido reportado en ponis, por su estatura baja en relación con peso elevado (Baxter, 2011; Ruohoniemi *yet al*; 2010; Belknap, 2015; Dyson y Nagy, 2011).

Los miembros torácicos son afectados con mayor frecuencia, en comparación con los miembros pélvicos; la importancia clínica de esta condición es cuestionable (Baxter, 2011; Ruohoniemi *yet al*; 2010; Belknap, 2015; Dyson y Nagy, 2011).

Las hembras suelen tener mayor predisposición y el cartílago ungular lateral generalmente muestra mayor osificación en relación con el medial. La osificación en la mayoría de los casos se origina desde la base del cartílago, en su unión con la falange distal y se mineralizan hacia proximal; pero en ocasiones se osifican

desde centros separados de osificación y estos pueden mineralizarse hacia proximal o distal (Baxter, 2011; Ruohoniemi y *et al*; 2010; Holm y *et al*, 2010; Butler y *et al*, 2008; Belknap, 2015; Dyson y Nagy, 2011).

Cuando la osificación se origina desde un centro separado, el cartílago se osificará también desde la porción distal, hasta casi unirse, entonces en una radiografía observaremos una solución de continuidad que corresponde a la no unión de dos orígenes de osificación (Dyson y Nagy, 2011).

En los “warmblood brasileños” (caballos brasileños de salto de raza no especificada) el 7% no muestra osificación, el 86% presenta osificación que inicia en la base del cartílago y el 7% tiene un centro de osificación separado. En cualquiera de los casos, es probable que la porción palmar o plantar de los cartílagos no esté osificada (Baxter, 2011).

La causa específica de esta osificación no es clara hasta el momento, se cree que se trata de una condición hereditaria en algunas razas y se han propuesto algunas causas como: contusiones en el casco que causan daño al cartílago, desbalance del casco y recorte o herraje inapropiados, que generan mayor carga y estrés en dichos cartílagos (Ruohoniemi y *et al*; 2010; Baxter, 2011; Holm y *et al*, 2010; Hilla y *et al*, 2014; Butler y *et al*, 2008; Belknap, 2015).

Un estudio que documentó la incidencia de cartílagos ungulares mineralizados determinó que no son consecuencia de un problema de conformación. También se ha mencionado que el peso puede jugar un papel fundamental en el desarrollo de estos, ya que las razas grandes tienen mayor predisposición como se mencionó anteriormente (Baxter, 2011; Ruohoniemi y *et al*, 2010). Algunos autores sugieren que pueden ser causados por una lesión primaria; por ejemplo, la infección de estos cartílagos (quittor) o la desmitis de los ligamentos colaterales (Sherlock y Mair, 2010; Dyson y Nagy, 2011).

Ruohoniemi y sus colaboradores mencionan que usualmente la osificación comienza antes de los 2 años en caballos finlandeses de tiro, mientras que en

caballos de raza warmblood ocurre entre los 5 y los 10 años de edad (Ruohoniemi *et al*; 2010; Holm y *et al*, 2010).

Diagnóstico

Signos clínicos

Generalmente los caballos con esta condición no claudican y su hallazgo radiográfico es cuestionable, por su poca importancia clínica. En un estudio realizado por Verschooten y sus colaboradores (1996), no se encontró correlación entre el grado de osificación y el inicio de la claudicación, dado que se pueden encontrar caballos con cartílagos ungulares completamente osificados que se desempeñan correctamente; sin embargo se cree que pueden predisponer a la fractura tipo II de la falange distal (Baxter, 2011; Ross y Dyson, 2011, Pollit, 2016).



Figura 174. Fotografía de una yegua con osificación de los cartílagos ungulares, en la que se puede observar las protuberancias palpables por encima de la corona medial y lateral, correspondientes a esta osificación (Modificado de Pollit, 2016).

Los cartílagos ungulares mineralizados, pueden ser observados aparentemente como elongaciones en las porciones lateral y medial de la región de la cuartilla. Si la osificación abarca la porción proximal del cartílago, puede ser evidente su palpación proximal a la banda coronaria y raramente se producirá dolor al ejercer presión (Fig. 174), cuando la osificación es extensa; también se puede observar la inflamación unilateral de la cuartilla. Si hay dolor a la palpación, puede estar asociada la claudicación a esta osificación o a una fractura secundaria de la falange distal o de los cartílagos osificados. La fractura de estos cartílagos

osificados si tendrá signos clínicos agudos (claudicación). No obstante, debemos de tener en cuenta que el dolor en los talones y en la porción palmar o plantar puede estar originado por diversas causas (Baxter, 2011; Ross y Dyson, 2011; Pollit, 2016).

Ruohoniemi y sus colaboradores (2010), en un estudio sugirieron que la osificación clínicamente significativa de los cartílagos puede causar un patrón anormal en la marcha, sobre todo a velocidades altas y no una claudicación manifiesta (Ruohoniemi y *et al*, 2010).

Analgesia local

El bloqueo unilateral del nervio digital palmar, es positivo en caballos que presentan claudicación causada por la osificación de los cartílagos ungulares (Belkap, 2020, Baxter, 2011).

Imagenología

El examen radiográfico del casco comúnmente va a revelar la extensión de la osificación de los cartílagos ungulares como un hallazgo incidental; las tomas de rutina para la evaluación de los cartílagos son las siguientes: dorsopalmar/plantar, lateromedial, dorsoproximal-palmaro/plantarodistal, dorsolateral-palmaro/plantaro medial y dorsomedial-palmaro/plantarolateral. El grado de mineralización usualmente es bilateral y simétrico en miembro anterior y posterior. Pueden tener uno o más centros de osificación separados, estos pueden estar completamente aislados o pueden fusionarse con el área de osificación en la base del cartílago. En algunos casos una línea radiolúcida permanece en la unión entre las dos áreas de osificación, la cual será difícil de diferenciar de una fractura (Fig. 175) (Butler y *et al*, 2008; Dyson y Nagy, 2011).

Ocasionalmente se revela la fractura de alguno de estos huesos, sin embargo, esta solución de continuidad radiolúcida debe de ser diferenciada de la unión de un centro de osificación separado y el cartílago en proceso de osificación. Puede

ocurrir una fractura en el cartílago osificado, pero es poco frecuente (Baxter, 2011; Butler y *et al*, 2008).

En una toma dorsopalmar la osificación de los cartílagos ungulares se encuentra por lo general orientada verticalmente, con su porción proximal dirigida hacia axial. Un sistema de clasificación para determinar el grado de osificación (extensión distal-proximal) en una toma dorsopalmar con el miembro apoyado esta descrita (Fig. 176 y 177):

- Grado 0- Sin osificación.
- Grado 1- Osificación hasta el nivel de los márgenes lateral o medial de la articulación interfalángica distal.
- Grado 2- Osificación hasta el nivel del aspecto sagital medio de la articulación interfalángica distal.
- Grado 3- Osificación hasta el margen proximal del sesamoideo distal (hueso navicular) incluyendo los entesofitos proximales, desde este grado con un centro de osificación separado, se considera de importancia clínica.
- Grado 4- Osificación hasta el punto medio de la falange media.
- Grado 5- Osificación proximal al punto medio de la falange media (Butler y *et al*, 2008; Ruohoniemi y *et al*, 1993; Dyson y Nagy, 2011).



Figura 175. Toma lateromedial de casco, en la que se observa la osificación del cartílago colateral lateral. Un centro de osificación separado en el aspecto proximal del cartílago, el área de osificación se observa como una zona radiopaca mal definida (flechas negras), también se observa una solución de continuidad correspondiente a la separación de dichos centros de osificación (línea punteada) (Modificado de Butler y *et al*, 2008).

La extensión dorsopalmar de la osificación únicamente puede ser observada en una toma dorsolateral-palmaromedial oblicua flexionada o en una dorsomedial-palmarolateral oblicua flexionada; si la osificación es extensa puede haber un aumento de la densidad del hueso trabecular, remodelación ósea y una reducción de la distinción entre la sustancia compacta y la sustancia esponjosa (Fig. 178) (Butler y *et al*, 2008; Ross y Dyson, 2011).

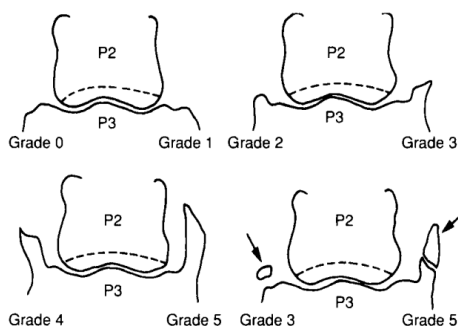


Figura 176. Diagrama de los grados de osificación de los cartílagos ungulares que se mencionó anteriormente (Ruohoniemi y *et al* 1993).



Figura 177. Toma dorsopalmar de casco en la que se observa la osificación del cartílago colateral lateral. Lateral se encuentra a la derecha, se aprecia una leve osificación en la base de ambos cartílagos (flechas negras) y se observa un centro de osificación separado en la porción proximal del cartílago ungular derecho (flechas blancas) (Modificado de Butler y *et al*, 2008).

Los caballos con osificación de moderada a extensa tienen mayor probabilidad de fractura del cartílago osificado y traumatismo óseo en la unión del cartílago, en comparación con aquellos que tienen una osificación leve. Las fracturas también pueden ocurrir en el cuerpo del cartílago osificado o en su porción proximal. La diferenciación entre una fractura y un traumatismo óseo en los sitios de unión

puede ser difícil; la fractura tiene un borde irregular, remodelación del hueso adyacente y aumento de densidad del mismo (Fig 179) (Butler y *et al*, 2008; Ross y Dyson, 2011; Dyson y Nagy, 2011).



Figura 178. Toma dorsolateral-palmaromedial oblicua flexionada del casco. Se observa una osificación extensa del cartílago ungular lateral, hay una solución de continuidad transversa mal definida a través la osificación (cabezas de flechas) en los aspectos dorsal y palmar donde hay hueso de neoformación (flechas negras) (Tomado de Butler *yet al*, 2008).

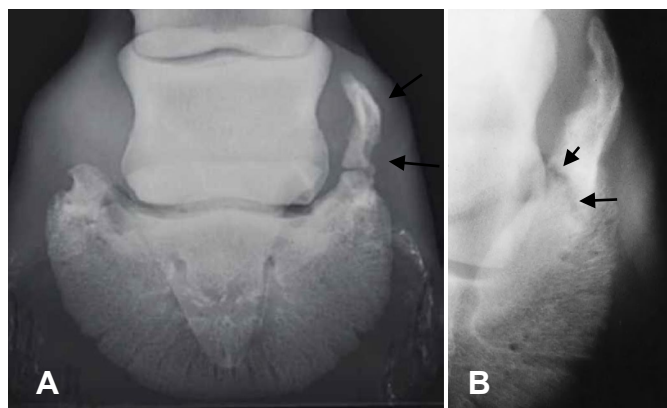


Figura 179. A. Toma dorsoproximal-palmarodistal oblicua de casco, en la que se puede apreciar la osificación del cartílago colateral lateral, con un centro de osificación separado en su porción proximal (flechas negras) B. Toma dorsoproximal-palmarodistal oblicua de casco, en la que se observa una solución de continuidad correspondiente a una fractura (flechas negras) (Modificado de Butler, 2008).

Algunos estudios han propuesto que la gammagrafía es de gran ayuda para determinar la importancia clínica de esta osificación. Actualmente su relevancia clínica no se encuentra documentada, pero esta anomalía debe de ser considerada en caballos que presentan dolor palmar/plantar (Baxter, 2011). Nagy y sus colaboradores (2007), realizaron un estudio para correlacionar la imagen

radiográfica de un cartílago osificado y la gammagrafía del mismo, para poder determinar su importancia clínica; esta técnica capta el incremento de metabolismo óseo, que sucede durante la osificación (Fig. 180) (Nagy y et al, 2007, Dyson y Nagy, 2011).

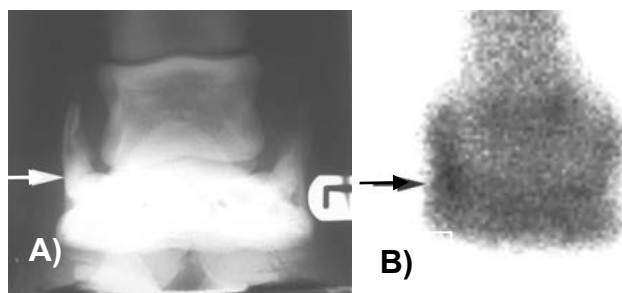


Figura 180. A) Toma radiográfica dorsopalmar, B) Gammagrafía vista dorsal; del mismo miembro torácico izquierdo, ambos cartílagos ungulares presentan grado 5 de osificación. El cartílago medial se encuentra a la derecha, está más mineralizado, por lo cual su densidad es mayor en comparación con el lateral. Se observa mayor captación del radiofármaco en el área más mineralizada (flecha negra), compatible con la radiografía (flecha blanca) (Modificado de Nagy, 2007).

La gammagrafía puede ayudar a diferenciar entre una fractura, un trauma en el sitio de unión de dos centros de osificación y un trauma óseo de la falange distal (Fig. 181). La resonancia magnética, también es usada para confirmar un trauma óseo y algunas fracturas en la base del cartílago osificado (Fig. 182) (Ross y Dyson, 2011; Nagy y et al, 2007; Nagy yet al, 2008; Dyson y Nagy, 2011).

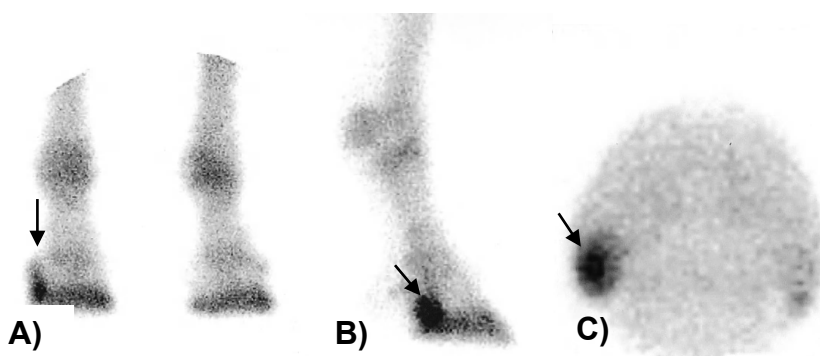


Figura 181. Gammagrafía de una yegua warmblood con una claudicación severa que mejora parcialmente con el bloqueo abaxial; A) Dorsal (el miembro anterior derecho se encuentra a la izquierda), B) Lateral, C) solar, el cartílago ungular lateral se encuentra fracturado, en las tres vistas se observa mayor captación del radiofármaco en el cartílago lateral (flechas negras) (Tomado de Ross y Dyson, 2011).



Figura 182. Resonancia magnética del casco, vista frontal; medial se encuentra a la izquierda. Se puede observar la osificación del cartílago ungular lateral (flecha blanca), mientras el cartílago medial aun es cartilaginoso (flecha negra) (Modificado de Sherlock y Mair, 2010).

Tratamiento

La osificación de los cartílagos ungulares que no muestra signos clínicos, no requiere ningún tratamiento. Si el caballo muestra signos clínicos lo más importante es corregir o eliminar los factores predisponentes; principalmente se debe hacer una corrección del balance del casco y buscar un herraje apropiado. Se utilizan herraduras planas, con la pinza enrollada, la porción de los cuartos y los talones ancha y que se extienda más allá de los talones; para sostener al talón y fomentar la expansión del casco (Carson y Ricketts, 2010; Belknap, 2015).

También se recomienda descanso por 6-8 semanas, la aplicación tópica de diclofenaco sódico al 1% y la administración de AINEs orales en caso de claudicación (Baxter, 2011; Carson y Ricketts, 2010).

La remoción quirúrgica del fragmento en caso de tener fractura no está recomendada. Si la claudicación persiste y se considera que la osificación de los cartílagos ungulares es la causa, se puede realizar la neurectomía del nervio digital palmar, aunque no suele ser necesario (Baxter, 2011; Belknap, 2015).

Pronóstico.

El pronóstico para aquellos caballos en donde la causa primaria de claudicación es la osificación de los cartílagos ungulares es desfavorable, sin embargo, se

deben descartar todas las patologías que causan dolor en los talones, que podrían ser el verdadero origen de la claudicación. Realmente el pronóstico es difícil de determinar, ya que esta patología comúnmente no causa de claudicación (Carson y Ricketts, 2010; Baxter, 2011).

8.3. Fractura de los cartílagos ungulares osificados

Definición, etiopatogenia y epidemiología

El trauma a los cartílagos ungulares osificados y la fractura de los mismos, han sido descritas como las causas primarias de claudicación en asociación con su osificación; sin embargo no representan un porcentaje elevado en comparación con el resto de las patologías que tienen origen en el casco. En un estudio esta lesión fue diagnosticada como la causa primaria de claudicación, únicamente en 24 (0.53%) de 4,500caballos (Dyson y Nagy, 2011). El cartílago ungular medial se fractura con mayor frecuencia y los caballos que más las presentan son los pura sangre inglés y los de complexión pequeña y robusta (*cob-type*); debemos tener en cuenta que no existe algún estudio con una muestra lo suficientemente grande, que represente a la población de caballos general (Dakin y *et al*, 2006).

Al osificarse su flexibilidad reduce; ya mineralizados pueden endurecerse aun más y alterar la transmisión de la fuerza, favoreciendo la lesión de estos y de los tejidos blandos adyacentes. La mayoría de las fracturas ocurren en la base de cartílagos con osificación severa (grado ≥ 3), ya que hay mayor tensión y deformación en este punto (Dyson y Nagy, 2011; Butler y *et al*, 2017; Ross y Dyson, 2011).

Diagnóstico

Signos clínicos

La fractura de estos tendrá signos clínicos agudos; Dakin y sus colaboradores (2006), realizaron un estudio con diez caballos diagnosticados con fractura de uno de los cartílagos osificados, su grado de claudicación fue clasificado del 0-8 (0= sanos, 2=leve, 4=moderada, 6=severa, 8=no apoya el miembro afectado); se les realizó la analgesia perineural del área y si la mejoría era de un 50% se consideró

positiva. El grado de claudicación que presentaron estos caballos fue de leve a moderada en la mayoría de los casos, solamente se identificó uno con claudicación severa (Dakin y *et al*, 2006; Baxter, 2011; Ross y Dyson, 2011; Pollit, 2016).

La claudicación suele intensificarse en círculos de 10-15m de diámetro, sobre una superficie dura con el miembro afectado hacia dentro (Loving y West, 2007). Estos caballos presentan un grado de osificación de 3-5 y su fractura suele ser simple y no desplazada (Dakin y *et al*, 2006).

Analgesia local

Son positivos al bloqueo abaxial del nervio digital palmar, la analgesia unilateral (del lado de la fractura) puede ser de ayuda para confirmar que la fractura es la causa de la claudicación. La analgesia de la articulación interfalángica distal no es positiva ya que esta fractura no es articular, no obstante, no debemos olvidar que la difusión del fármaco puede causar disminución del dolor (Dakin y *et al*, 2006; Sardari, 2007; Loving y West, 2007).

Imagenología

En un examen radiográfico será identificada como una solución de continuidad radiolúcida, con remodelación ósea, es importante tomar todas las proyecciones radiográficas de la región, ya que algunas fracturas no son visibles en todas las tomas. Como se mencionó en el apartado mineralización de los cartílagos ungulares, esta solución de continuidad no debe de ser confundida con un centro de osificación separado, que no causará dolor y sus bordes serán regulares, mientras que las fracturas tienen bordes irregulares y agudos (Fig. 183). Su diferenciación radiológica con un trauma en la zona de unión es difícil (Dyson y Nagy, 2011; Dakin y *et al*, 2006; Butler y *et al*, 2017; Dyson y Nagy, 2011).

El diagnóstico debe de ser confirmado con ayuda de gammagrafía, en la cual se observará incremento en la captación del radiofármaco en el sitio de la fractura,

aunque la diferenciación de una fractura con un trauma en el núcleo de osificación no siempre será posible (Fig. 184) (Dyson y Nagy, 2011; Sherlock y Mair, 2006).



Figura 183. Toma radiográfica dorsomedial-palmarolateral oblicua de un miembro torácico derecho, en la que se puede observar una fractura desplazada en la base del cartílago ungular medial osificado (flecha) (Modificado de Dakin y *et al*, 2006).

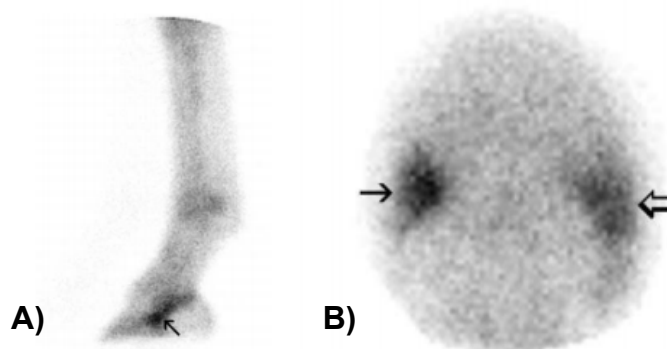


Figura 184. Gammagrafía: vistas A) lateromedial y B) solar, de un caballo con una fractura en la base del cartílago medial y otra en la porción medial del cartílago lateral del miembro torácico izquierdo, el grado de osificación es de 5 en ambos. Se observa un incremento en la captación del radiofármaco de alta intensidad en el cartílago medial, mientras en el lateral la captación es moderada, esto puede estar relacionado con su cronicidad (Modificado de Dakin y *et al*, 2006).

En ocasiones la fractura no es visible en un examen radiográfico y se debe recurrir a métodos más avanzados como la resonancia magnética, donde se espera un aumento en la intensidad de señal del área afectada (focal o difusa), es utilizada la supresión de grasa para aumentar la sensibilidad y observar el trauma en la base

del cartílago; pero nuevamente la diferenciación con el trauma en la zona de unión no siempre es posible (Fig. 185) (Dyson y Nagy, 2011; Sherlock y Mair, 2006).

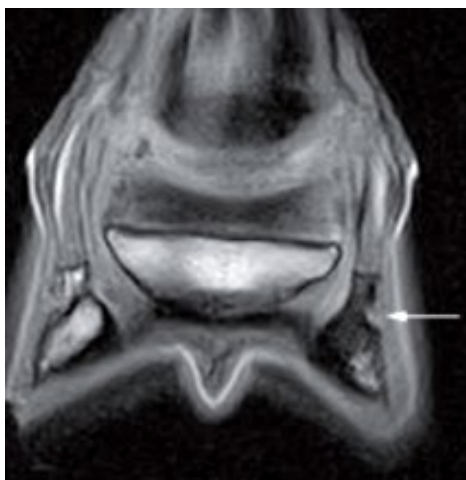


Figura 185. Resonancia magnética con supresión de grasa, de un caballo de salto de 8 años de edad con una claudicación aguda y severa del miembro torácico derecho, de varias semanas de evolución. Medial se encuentra a la derecha. En la que se observa disminución difusa en intensidad, desde la base del cartílago y se extiende hacia la falange distal (Modificado de Dyson y Nagy, 2011).

Tratamiento

Los caballos con fracturas de los cartílagos colaterales osificados deben de ser monitoreados radiológicamente y mantenerse en descanso hasta observar la unión ósea. En general son tratados como se indicó en el capítulo de “Mineralización de los cartílagos colaterales”, pero el tiempo de descanso dependerá de la consolidación de la fractura, se ha observado que a los 3 meses, ya existe dicha unión (Dyson y Nagy, 2011).

La remoción quirúrgica del fragmento está contraindicada, se recomienda la neurectomía del nervio digital palmar en caso de que persista la molestia, pero no suele ser necesaria (Baxter, 2011; Belknap, 2015).

Pronóstico.

El pronóstico para caballos con fractura de los cartílagos colaterales es favorable, como se mencionó anteriormente la unión ósea ocurre dentro de los 3 primeros meses (Dakin y *et al*, 2006; Dyson y Nagy, 2011).

9. Fracturas de la falange media que involucran la articulación interfalángica distal

Definición, etiopatogenia y epidemiología

Las fracturas de la falange media son más comunes en caballos cuartos de milla, esto puede estar relacionado con su función zootécnica, paradas bruscas solas o en combinación con giros repentinos; que generan la extensión y torsión; estos movimientos son comunes en caballos de charrería, rodeo y polo, aunque también pueden ocurrir en caballos que se encuentran en potreros y praderas. Son resultado de realizar estos movimientos, el dígito se mueve mientras el casco se queda fijo en el suelo, también pueden originarse tras un trauma directo en el área (Watkins, 2019; Brokken, 2020; Baxter, 2011).

En este hueso ocurren fracturas con mayor frecuencia en los miembros pélvicos, la gran mayoría de estas involucran las eminencias palmares o plantares o son fracturas conminuta. Las fracturas conminuta ocurren más en los miembros torácicos (Watkins, 2019; Brokken, 2020; Baxter, 2011).

Existen cuatro diferentes configuraciones de fractura en la falange media, a continuación, serán enlistadas: fractura osteocondral que se origina en la cara axial del borde proximal palmar del hueso, fractura uniaxial de la eminencia palmar/plantar, fractura biaxial de las eminencias palmares/plantares y fracturas de la falange media conminuta. Las fracturas simples son aquellas que únicamente involucran la articulación interfalángica proximal particularmente las eminencias palmares, mientras las fracturas conminuta se caracterizan por múltiples fragmentos (Fig.186) y generalmente involucran la articulación interfalángica distal (AID). En este capítulo únicamente será descrita esta última configuración, ya que involucran la región del casco y la articulación AID. Las

fracturas conminuta son 4 veces más comunes en comparación con las demás configuraciones (Watkins, 2019; Baxter, 2011).

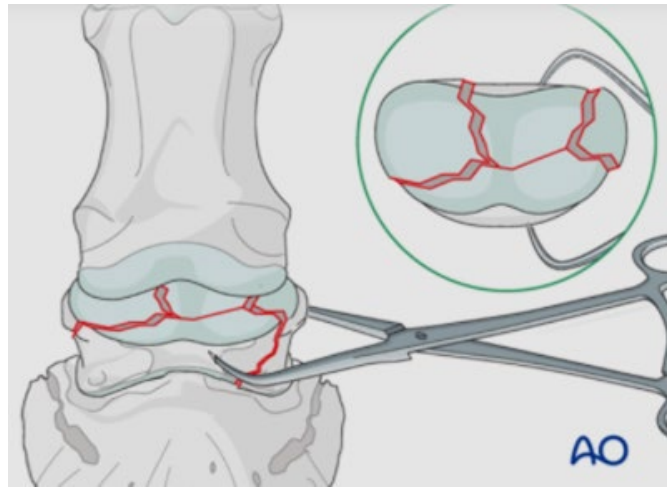


Figura 186. Diagrama de una fractura con múltiples fragmentos de la falange media (Modificado de Auer y *et al*, 2014).

Diagnóstico

Signos clínicos

Los caballos con fractura conminuta presentan una claudicación aguda y severa con ausencia de carga de peso en el miembro afectado, acompañada de inestabilidad en la AIP. A la manipulación de la cuartilla se puede sentir crepitación y se inducirá una respuesta dolorosa en la mayoría de los casos. Los propietarios refieren un fuerte crujido antes del inicio de la claudicación (Watkins, 2019; Baxter, 2011).

Se produce una inflamación limitada en los pocos tejidos blandos adyacentes y generalmente no van acompañadas de laceraciones en la piel, son fracturas cerradas. Es fundamental la inmovilización del área como primera instancia, para su transporte, manipulación y diagnóstico (Watkins, 2019; Baxter, 2011).

Imagenología

Un examen radiográfico detallado debe de ser realizado para determinar la extensión y severidad de la fractura, este debe incluir múltiples tomas oblicuas

para establecer el grado de conminución y saber si las articulaciones se encuentran involucradas, al menos se deben realizar 4 tomas: lateromedial, dorsopalmar, dorsolateral-palmaro/plantaromedial oblicua y dorsomedial-palmaro/plantarolateral oblicua (Fig. 187 y 188). Watkins (2019) menciona que por lo general esta configuración de fractura presenta severa conminución de la superficie articular de la AIP e incluye una o más soluciones de continuidad principales que se extienden hacia la AID, pero también puede haber conminución de su superficie articular distal. En ocasiones puede ir acompañada de la fractura del hueso navicular (Watkins, 2019; Baxter, 2011).

En la porción proximal de la falange media conminuta, se incluye la fractura biaxial de las eminencias palmares/plantares, los fragmentos laterales producen inestabilidad palmar/plantar, subluxación y desplazamiento distal de la falange (Watkins, 2019).

La tomografía computarizada es de gran ayuda para definir los planos de la fractura y el grado de afección de las superficies articulares, permite pronosticar el éxito de la osteosíntesis, en qué grado se podrán reducir las soluciones de continuidad y como se realizará la compresión y fijación. Esta decisión es fundamental para determinar el pronóstico del caballo y decidir si es candidato para el tratamiento quirúrgico o su mejor opción es inducir la eutanasia (Fig. 189) (Watkins, 2019; Baxter, 2011).



Figura 187. Toma oblicua de la falange media en donde se observa la extensión de las soluciones de continuidad correspondientes a las fractura conminuta, la AID se encuentra involucrada (Modificado de Watkins, 2019).

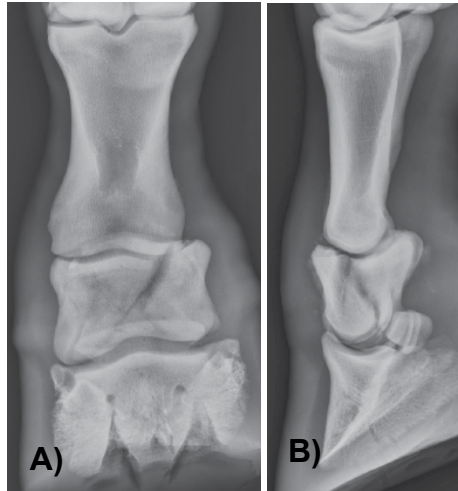


Figura 188. A) Tomas dorsopalmar y B) lateromedial del mismo caballo de la figura anterior, en las que se puede observar la configuración de las soluciones de continuidad en la fractura conminuta (Modificado de Watkins, 2019).

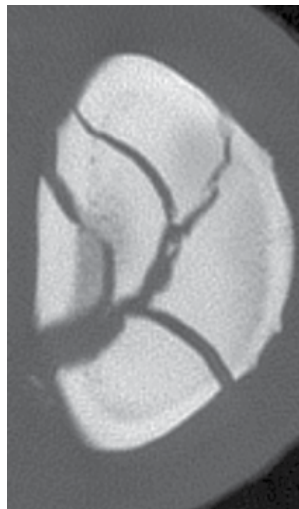


Figura 189. Tomografía computarizada utilizada para determinar la configuración de una fractura conminuta de la falange media (Modificado de Watkins, 2019).

Tratamiento

Tratamiento médico

Su tratamiento incluye la fijación externa e inmovilización con yeso o fibra de vidrio de la extremidad distal del miembro (Watkins, 2019).

Tratamiento quirúrgico

El tratamiento quirúrgico consiste en la reducción y compresión bajo técnicas de osteosíntesis. Watkins (2019) recomienda como mejor opción la fijación con doble placa (artrodesis) y menciona que se presenta un mejor pronóstico con esta técnica, sin embargo hay casos de conminución complejas que solo son candidatas a la fijación externa (Watkins, 2019; Auer y *et al*, 2011; Butler, 2017; Baxter, 2011; Galuppo y *et al*, 2000; Joyce y *et al*, 2006; McCormick y Watkins, 2016).

Aunque para la artrodesis esta descrita la colocación de únicamente una placa de compresión dinámica, la fijación con dos placas pequeñas colocadas abaxialmente proporciona mayor resistencia y estabilidad que otros métodos de fijación interna. La fijación abaxial de las placas también evita el impacto de los implantes con la cápsula articular y el proceso extensor; en la mayoría de los casos las soluciones de continuidad convergen en la línea media de la articulación y alrededor se encuentran pequeños fragmentos (Auer y *et al*, 2014; Galuppo y *et al*, 2000).

Se retiran las superficies articulares, se realiza la reducción con ayuda de la flexión y extensión de la articulación y unos fórceps grandes para fijar los fragmentos más grandes, se coloca un tornillo de cortical de 4.5 mm bajo la función de compresión de dorsal a palmar hacia el fragmento más grande que generalmente son las eminencias y se colocan las placas (combinación de PIP y LCP estrecha de 4-5 orificios) previamente contorneadas a la superficie dorsal de los falange proximal y media. En algunos casos es beneficioso colocar un tornillo cortical perpendicular (de lateral a medial), para aumentar la compresión en los fragmentos principales (Fig. 190) (Auer y *et al*, 2014).

Pronóstico

Los caballos con fractura conminuta que únicamente involucran la AIP suelen tener un pronóstico reservado, para poder desempeñar su función zootécnica, siempre y cuando sean tratados bajo fijación interna, mientras aquellos caballos que involucran la AID tienen un pronóstico desfavorable por su degeneración; se

ha determinado que los caballos con fracturas biarticulares tienen una tasa de mortalidad del 50% y aproximadamente el 10% puede desempeñar nuevamente su función zootécnica (Baxter, 2011).

Suelen tener una claudicación mecánica tras la reparación de la fractura, esta depende en gran medida del grado de osteoartritis en la articulación interfalángica distal; también es importante resaltar que el pronóstico tras la osteosíntesis depende en gran medida de la fijación externa postoperatoria, que le brinda estabilidad en el miembro al caballo para evitar que desarrolle laminitis en el miembro contralateral (Brokken, 2020; Baxter, 2011).

La osteosíntesis en muchos casos no es una opción viable y la artrodesis únicamente busca salvarle la vida al caballo, no se espera un pronóstico funcional favorable; para muchos de estos caballos la mejor opción es la inducción de la eutanasia (Butler, 2017).

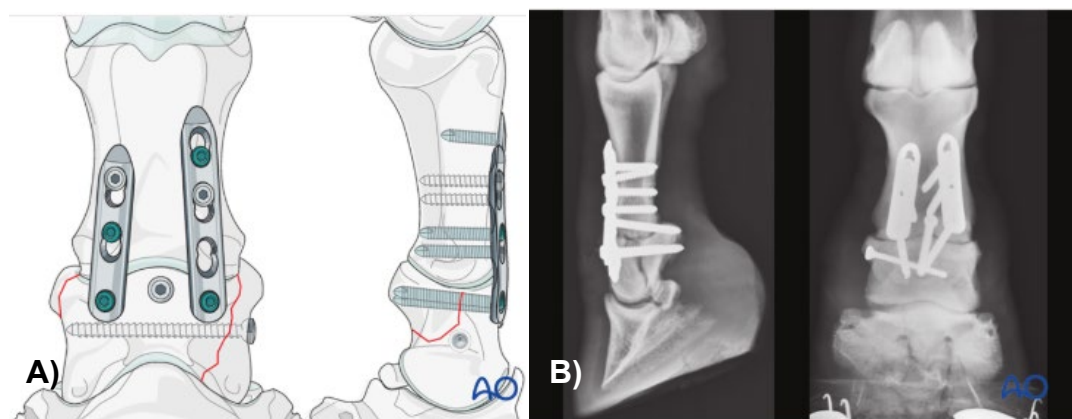


Figura 190. A) Esquematización de la colocación de los implantes bajo la técnica de doble placa en una fractura multifragmentada de la falange media. B) La configuración final de la reconstrucción ósea es evaluada con radiología, para verificar que todos los implantes sean de la longitud apropiada y estén posicionados correctamente (Modificado de Auer y et al, 2014).

6. Analisis de la información

Tras este estudio de revisión es importante resaltar la importancia de las claudicaciones en la medicina equina, la mayoría de los llamados a médicos veterinarios especializados en équidos están relacionados con dolor en la porción distal de los miembros y el 70% de estos casos corresponden a patologías presentes en el casco.

El casco es la adaptación evolutiva más compleja y perfecta que tienen los equinos, les permite desplazarse a altas velocidades en un rango variable de superficies sobre un único dedo.

Para el diagnóstico de las diferentes patologías que pueden estar presentes en el casco es de suma importancia conocer la morfofisiología del casco, el estuche corneo provee a la porción distal de protección, ya que se encarga de modular las cargas y de atenuar el impacto de las mismas al entrar en contacto con el suelo. Los tejidos blandos que se encuentran dentro de este, están perfectamente estructurados para crear la perfecta biomecánica que distingue al caballo. Aunque las patologías del estuche córneo son mucho más comunes en comparación con las patologías de los tejidos blandos o de las estructuras óseas internas, no debemos minimizar y mucho menos descartar su probabilidad e importancia.

Las claudicaciones en general son la principal causa de pérdidas económicas en el mundo ecuestre, ya que la vida deportiva y el rendimiento de cualquier caballo de alto rendimiento en las múltiples disciplinas ecuestres dependen de la salud del aparato locomotor de estos ejemplares. Es importante consentizar a los propietarios de la importancia de la salud del casco como parte de la medicina preventiva, el balance correcto del casco es fundamental para disminuir la presencia de lesiones en los miembros.

Realizar el examen del aparato locomotor a detalle como se ha descrito en el estudio, permitirá utilizar las herramientas diagnósticas apropiadas de acuerdo a los posibles diagnósticos diferenciales que hemos logrado asociar.

En la actualidad existen herramientas imagenológicas más precisas como la resonancia magnética, la artroscopía y la tomografía computarizada, que nos permiten observar lesiones que bajo otras técnicas como la radiología y la ultrasonografía no son posibles de diagnosticar durante la etapa temprana de las diversas patologías. Sin embargo estas son de alto costo y por lo tanto no se encuentran al alcance de todos los clínicos y propietarios, en nuestro país son de difícil acceso en general; por esto es muy valioso conocer a la perfección la técnica diagnóstica que tenemos a nuestro alcance, así como tener las bases para justificar el uso de cualquier técnica, ya que cualquier estudio implica un gasto para el propietario.

Aunque por fines educativos se dividió este estudio en tejidos blandos y tejido óseo, el casco funciona gracias a la armonía que existe entre todas las estructuras que lo conforman, por lo tanto todas las patologías de forma directa o indirecta involucran ambos grupos, esto debe de ser considerado en el diagnóstico, tratamiento y pronóstico de todas las patologías y nos obliga a tener un conocimiento profundo de la anatomía y fisiología del casco.

Gran parte de las patologías óseas de esta región, son causadas por fuerzas biomécanicas repetitivas o por fuerzas bruscas que revazan la capacidad propioceptiva y funcional de estas estructuras. El estrés biomecánico al que están sometidos los miembros del equino es inevitable en gran parte de las disciplinas ecuestres, es importante brindarles a los caballos las medidas preventivas necesarias para disminuir la probabilidad de que presenten estas patologías.

Este estudio ofrece una recopilación de información actual de cada una de las patologías que se encuentran en el índice, con el objetivo de servir como fuente de información para clínicos y estudiantes interesados en el área.

7. Referencias

Adair, S., Colahan, P., Munroe, G., Williams, J., editors. Distal phalanx: fractures [Internet] Vetstream definitive veterinary intelligence; 2020 [cited 2020 Nov 23]. Available from: <https://www.vetstream.com/vetstream/vetstream%20as%20wing%20fractures>

Archer, D. C., Boswell, J. C., Voute, L. C., & Clegg, P. D. (2007). Skeletal scintigraphy in the horse: Current indications and validity as a diagnostic test. *The Veterinary Journal*, 173(1), 31-44. doi:10.1016/j.tvjl.2005.10.006

Auer, J, editors. Phalanges Distal phalanx, Abaxial articular Indications [Internet] AO Foundation; 2019 [cited 2020 Nov 23]. Available from: <https://www2.aofoundation.org/wps/portal/surgery?bone=HorseFoot&segment=Phalanges&classification=h88-Distal%20phalanx,%20Abaxial%20articular&showPage=indication>

Auer, J, editors. Phalanges Distal phalanx, Abaxial articular Screw fixation [Internet] AO Foundation; 2019 [cited 2020 Nov 23]. Available from: https://www2.aofoundation.org/wps/portal/lut/p/a1/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfGjzOKN_A0M3D2DDbz9_UMMDRyDXQ3dw9wMDAwCTYEKlvEocDQnTr8BDuBoQEh_QW5oKABaevup/dl5/d5/L2dJQSEvUUt3QS80SmIFL1o2XzJPMDBHSVMwS09PVDEwQVNFMUdWRjAwMFE1/?showPage=redfix&bone=HorseFoot&segment=Phalanges&classification=h88-Distal%20phalanx,%20Abaxial%20articular&treatment=&method=Screw%20fixation&implanttype=&approach=&redfix_url=1414507148313

Auer, J, editors. Phalanges Distal phalanx, Abaxial nonarticular- Treatment [Internet] AO Foundation; 2019 [cited 2020 Nov 23]. Available from:

https://www2.aofoundation.org/wps/portal/lut/p/a1/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfGjzOKN_A0M3D2DDbz9_UMMDRyDXQ3dw9wMDAwCTYEKlvEocDQnTr8BDuBoQEh_QW5oKABaevup/dl5/d5/L2dJQSEvUUt3QS80SmIFL1o2XzJPMDBHSVMwS09PVDEwQVNFMUdWRjAwMFE1/?showPage=redfix&bone=HorseFoot&segment=Phalanges&classification=h88-

[Distal%20phalanx,%20Abaxial%20nonarticular&treatment=&method=Nonsurgical%20management&implanttype=&approach=&redfix_url=1530091866702](https://www2.aofoundation.org/wps/portal/!ut/p/a1/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfGjzOKN_A0M3D2DDbz9_UMMDRyDXQ3dw9wMDAwCTYEKlvEocDQnTr8BDuBoQEh_QW5oKABaevup/dl5/d5/L2dJQSEvUUt3QS80SmIFL1o2XzJPMDBHSVMwS09PVDEwQVNFMUdWRjAwMFE1/?approach=&bone=HorseFoot&classification=h88-Distal%20phalanx,%20Abaxial%20nonarticular&treatment=&method=Nonsurgical%20management&implanttype=&approach=&redfix_url=1530091866702)

Auer, J, editors. Phalanges Distal phalanx, Abaxial nonarticular- Treatment [Internet] AO Foundation; 2019 [cited 2020 Nov 23]. Available from:

[https://www2.aofoundation.org/wps/portal/!ut/p/a1/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfGjzOKN_A0M3D2DDbz9_UMMDRyDXQ3dw9wMDAwCTYEKlvEocDQnTr8BDuBoQEh_QW5oKABaevup/dl5/d5/L2dJQSEvUUt3QS80SmIFL1o2XzJPMDBHSVMwS09PVDEwQVNFMUdWRjAwMFE1/?approach=&bone=HorseFoot&classification=h88-](https://www2.aofoundation.org/wps/portal/!ut/p/a1/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfGjzOKN_A0M3D2DDbz9_UMMDRyDXQ3dw9wMDAwCTYEKlvEocDQnTr8BDuBoQEh_QW5oKABaevup/dl5/d5/L2dJQSEvUUt3QS80SmIFL1o2XzJPMDBHSVMwS09PVDEwQVNFMUdWRjAwMFE1/?approach=&bone=HorseFoot&classification=h88-Distal%20phalanx,%20Abaxial%20nonarticular&implanttype=&method=Nonsurgical%20management&redfix_url=1530091866702&segment=Phalanges&showPage=rehabilitation&treatment=)

[Distal%20phalanx,%20Abaxial%20nonarticular&implanttype=&method=Nonsurgical%20management&redfix_url=1530091866702&segment=Phalanges&showPage=rehabilitation&treatment=](https://www2.aofoundation.org/wps/portal/!ut/p/a1/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfGjzOKN_A0M3D2DDbz9_UMMDRyDXQ3dw9wMDAwCTYEKlvEocDQnTr8BDuBoQEh_QW5oKABaevup/dl5/d5/L2dJQSEvUUt3QS80SmIFL1o2XzJPMDBHSVMwS09PVDEwQVNFMUdWRjAwMFE1/?approach=&bone=HorseFoot&classification=h88-Distal%20phalanx,%20Abaxial%20nonarticular&implanttype=&method=Nonsurgical%20management&redfix_url=1530091866702&segment=Phalanges&showPage=rehabilitation&treatment=)

Auer, J, editors. Phalanges Distal phalanx, Extensor process [Internet] AO Foundation; 2019 [cited 2020 Nov 23]. Available from:
[https://www2.aofoundation.org/wps/portal/surgery?bone=HorseFoot&segment=Phalanges&classification=h88-](https://www2.aofoundation.org/wps/portal/surgery?bone=HorseFoot&segment=Phalanges&classification=h88-Distal%20phalanx,%20Extensor%20process&showPage=indication)

[Distal%20phalanx,%20Extensor%20process&showPage=indication](https://www2.aofoundation.org/wps/portal/surgery?bone=HorseFoot&segment=Phalanges&classification=h88-Distal%20phalanx,%20Extensor%20process&showPage=indication)

Auer, J, editors. Phalanges Distal phalanx, Extensor process- Treatment [Internet] AO Foundation; 2019 [cited 2020 Nov 23]. Available from:
[https://www2.aofoundation.org/wps/portal/!ut/p/a1/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfGjzOKN_A0M3D2DDbz9_UMMDRyDXQ3dw9wMDAwCTYEKlvEocDQnTr8BDuBoQEh_QW5oKABaevup/dl5/d5/L2dJQSEvUUt3QS80SmIFL1o2XzJPMDBHSVMwS09PVDEwQVNFMUdWRjAwMFE1/?showPage=redfix&bone=HorseFoot&segment=Phalanges&classification=h88-](https://www2.aofoundation.org/wps/portal/!ut/p/a1/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfGjzOKN_A0M3D2DDbz9_UMMDRyDXQ3dw9wMDAwCTYEKlvEocDQnTr8BDuBoQEh_QW5oKABaevup/dl5/d5/L2dJQSEvUUt3QS80SmIFL1o2XzJPMDBHSVMwS09PVDEwQVNFMUdWRjAwMFE1/?showPage=redfix&bone=HorseFoot&segment=Phalanges&classification=h88-Distal%20phalanx,%20Extensor%20process&treatment=&method=Resection&implanttype=&approach=&redfix_url=1414506869770)

[Distal%20phalanx,%20Extensor%20process&treatment=&method=Resection&implanttype=&approach=&redfix_url=1414506869770](https://www2.aofoundation.org/wps/portal/!ut/p/a1/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfGjzOKN_A0M3D2DDbz9_UMMDRyDXQ3dw9wMDAwCTYEKlvEocDQnTr8BDuBoQEh_QW5oKABaevup/dl5/d5/L2dJQSEvUUt3QS80SmIFL1o2XzJPMDBHSVMwS09PVDEwQVNFMUdWRjAwMFE1/?showPage=redfix&bone=HorseFoot&segment=Phalanges&classification=h88-Distal%20phalanx,%20Extensor%20process&treatment=&method=Resection&implanttype=&approach=&redfix_url=1414506869770)

Auer, J, editors. Phalanges Distal phalanx, Multifragment- Indications Treatment [Internet] AO Foundation; 2019 [cited 2020 Nov 23]. Available from: https://www2.aofoundation.org/wps/portal/!ut/p/a1/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfGjzOKN_A0M3D2DDbz9_UMMDRyDXQ3dw9wMDAwCTYEKlvEocDQnTr8BDuBoQEh_QW5oKABaevup/dl5/d5/L2dJQSEvUUt3QS80SmIFL1o2XzJPMDHBHSMwS09PVDEwQVNFMUdWRjAwMFE1/?approach=&bone=HorseFoot&classification=h88-Distal%20phalanx%2C%20Multifragment&implantstype=&method=Screw%20fixation%20and%20resection&redfix_url=1414507324358&segment=Phalanges&showPage=indication&treatment=

Auer, J, editors. Phalanges Distal phalanx, Multifragment- Screw fixation and resection [Internet] AO Foundation; 2019 [cited 2020 Nov 23]. Available from: https://www2.aofoundation.org/wps/portal/!ut/p/a1/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfGjzOKN_A0M3D2DDbz9_UMMDRyDXQ3dw9wMDAwCTYEKlvEocDQnTr8BDuBoQEh_QW5oKABaevup/dl5/d5/L2dJQSEvUUt3QS80SmIFL1o2XzJPMDHBHSMwS09PVDEwQVNFMUdWRjAwMFE1/?approach=&bone=HorseFoot&classification=h88-Distal%20phalanx%2C%20Multifragment&implantstype=&method=Screw%20fixation%20and%20resection&redfix_url=1414507324358&segment=Phalanges&showPage=redfix&treatment=

Auer, J, editors. Phalanges Distal phalanx, Sagittal and perisagittal [Internet] AO Foundation; 2019 [cited 2020 Nov 23]. Available from: <https://www2.aofoundation.org/wps/portal/surgery?bone=HorseFoot&segment=Phalanges&classification=h88-Distal%20phalanx,%20Sagittal%20and%20perisagittal&showPage=indication>

Auer, J, editors. Phalanges Distal phalanx, Solar margin. [Internet] AO Foundation; 2019 [cited 2020 Nov 23]. Available from: https://www2.aofoundation.org/wps/portal/!ut/p/a1/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfGjzOKN_A0M3D2DDbz9_UMMDRyDXQ3dw9wMDAwCTYEKlvEocDQnTr8BDuBoQEh_QW5oKABaevup/dl5/d5/L2dJQSEvUUt3QS80SmIFL1o2XzJPMDHBH

[VMwS09PVDEwQVNFMUdWRjAwMFE1/?showPage=redfix&bone=HorseFoot&segment=Phalanges&classification=h88-Distal%20phalanx,%20Solar%20margin&treatment=&method=Resection&implants type=&approach=&redfix url=1414506607335](https://www2.aofoundation.org/wps/portal/surgery?bone=HorseFoot&segment=Phalanges&classification=h88-Distal%20phalanx,%20Solar%20margin&treatment=&method=Resection&implants type=&approach=&redfix url=1414506607335)

Auer, J, editors. Sesamoid bone, Distal, Screw fixation [Internet] AO Foundation; 2013 [cited 2020 Nov 24]. Available from: <https://www2.aofoundation.org/wps/portal/surgery?bone=HorseFoot&segment=Phalanges&classification=h88-Sesamoid%20bones,%20Distal&showPage=indication>

Auer, J., Bramlage, L., Hogan, P., Ruggles, A., Watkins, J. editors. *Distal phalanx: Extensor process fractures*. [Internet] AO Foundation; 2019 [cited 2020 Nov 23]. Available from: <https://surgeryreference.aofoundation.org/vet/horse/phalanges/distal-phalanx-extensor-process/resection#treatment-large-fragments>

Auer, J., Bramlage, L., Hogan, P., Ruggles, A., Watkins, J., editors. Middle phalanx: Multifragmentary fractures [Internet] AO Foundation; 2019 [cited 2020 Feb 18]. Available from: <https://surgeryreference.aofoundation.org/vet/horse/phalanges/middle-phalanx-multifragmentary>

Baxter, G. M. (2020) Adams and Stashak's - Lameness in Horses. Seventh. Wiley Blackwell

Belknap, J.k., Geor, R. (2017). Equine laminitis. Wiley Blackwell.

Belknap, J., editors. Sidebone in Horses (Ossification of the collateral cartilages) [Internet]. Merck Manual veterinary manual; 2015 [cited 2020 Nov 24]. Available from: <https://www.merckvetmanual.com/musculoskeletal-system/lameness-in-horses/sidebone-in-horses>

Belknap, J. K., editors. Pedal osteitis in horses. [Internet] MSD Manual Veterinary manual; 2015 [cited 2020 Nov 24] Available from:<https://www.msdsvetmanual.com/musculoskeletal-system/lameness-in-horses/pedal-osteitis-in-horses>

Belknap, J., editors. Navicular Disease in Horses (Palmar foot pain, Podotrochlosis, Podotrochlitis) [Internet] Merck Manual; 2015 [cited 2020 Nov 24]. Available from:<https://www.merckvetmanual.com/musculoskeletal-system/lameness-in-horses/navicular-disease-in-horses>

Belknap., J., editors. Osseous Cyst-like Lesions in the Distal Phalanx in Horses [Internet] MSD Manual; 2015 [cited 2020 Nov 24]. Available from:<https://www.msdsvetmanual.com/musculoskeletal-system/lameness-in-horses/osseous-cyst-like-lesions-in-the-distal-phalanx-in-horses>

Belknap., J., editors. Fracture of Navicular Bone in Horses [Internet] MSD Manual; 2015 [cited 2020 Nov 24]. Available from:<https://www.msdsvetmanual.com/musculoskeletal-system/lameness-in-horses/fracture-of-navicular-bone-in-horses>

Belknap, J.K., Geor, R. (2017). Equine laminitis. Wiley Blackwell

Benninger, M. I., Deiss, E., & Ueltschi, G. (2005). Bipartite Distal Phalanx And Navicular Bone In An Andalusian Stallion. *Veterinary Radiology Ultrasound*, 46(1), 69–71. doi:10.1111/j.1740-8261.2005.00014.x

Bhatnagar, A. S., Pleasant, R. S., Dascanio, J. J., Lewis, S. R., Grey, A., Schroeder, O. E., Splan, R. K. (2010). Hoof Conformation and Palmar Process Fractures of the Distal Phalanx in Warmblood Foals. *Journal of Equine Veterinary Science*, 30(7), 349–355. doi:10.1016/j.jevs.2010.05.004

Biggi, M., & Dyson, S. (2010). High-field magnetic resonance imaging investigation of distal border fragments of the navicular bone in horses with foot pain. *Equine Veterinary Journal*, 43(3), 302–308. doi:10.1111/j.2042-3306.2010.00159.x

Bielack, S. S., Machatschek, J.-N., Flege, S., & Jürgens, H. (2004). Delaying surgery with chemotherapy for osteosarcoma of the extremities. *Expert Opinion on Pharmacotherapy*, 5(6), 1243–1256. doi:10.1517/14656566.5.6.1243

Biggi, M. (2020). Equine scintigraphy: basic principles and interpretation. *UK-Vet Equine*, 4(3), 84–86. doi:10.12968/ukve.2020.4.3.84

Black, S. J., Wang, L., Pawlak, E., Zhang, F., Loftus, J., & Alfandari, D. (2016). Role of Proteases in Laminitis. *Equine Laminitis*, 115–133. doi:10.1002/9781119169239.ch15

Boening, K. J. (2002). Arthroscopic surgery of the distal and proximal interphalangeal joints. *Clinical Techniques in Equine Practice*, 1(4), 218–225. doi:10.1053/ctep.2002.35588

Borrajó-Sánchez, J., & Cabrero-Fraile, F. J. (2010). Tomografía por emisión de positrones (PET): fundamentos y limitaciones tecnológicas. *Archivos de La Sociedad Española de Oftalmología*, 85(4), 129–130. doi:10.1016/s0365-6691(10)70035-6

Braake, F. ter. (2010). Arthroscopic removal of large fragments of the extensor process of the distal phalanx in 4 horses. *Equine Veterinary Education*, 17(2), 101–105. doi:10.1111/j.2042-3292.2005.tb00345.x

Brokken, M., editors. Fractures of the First and Second Phalanx in Horses [Internet]. Merck Manual veterinary manual; 2015 [cited 2020 Feb 17]. Available from: <https://www.merckvetmanual.com/musculoskeletal-system/lameness-in-horses/fractures-of-the-first-and-second-phalanx-in-horses>

Brown, K. E., Nickels, F. A., Caron, J. P., Mullineaux, D. R., & Clayton, H. M. (2005). Investigation of the Immediate Analgesic Effects of Extracorporeal Shock Wave Therapy for Treatment of Navicular Disease in Horses. *Veterinary Surgery*, 34(6), 554–558. doi:10.1111/j.1532-950x.2005.00087.x.012

Bush, J. M., Fredrickson, R. L., & Ehrhart, E. J. (2007). Equine Osteosarcoma: A Series of 8 Cases. *Veterinary Pathology*, 44(2), 247–249. doi:10.1354/vp.44-2-247

Busoni, V., & Denoix, J.-M. (2001). Ultrasonography Of The Podotrochlear Apparatus In The Horse Using A Transcuneal Approach: Technique And Reference Images. *Veterinary Radiology Ultrasound*, 42(6), 534–540. doi:10.1111/j.1740-8261.2001.tb00983.x

Busschers, E., & Richardson, D. W. (2006). Arthroscopically assisted arthrodesis of the distal interphalangeal joint with transarticular screws inserted through a dorsal hoof wall approach in a horse. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 228(6), 909–913. doi:10.2460/javma.228.6.909

Butler, J. A. et al. (2017) Clinical Radiology of the Horse. 4 ed. Blackwell Publishing.

Butler, P, editors. Horseshoe clips [Internet] Butler professional farrier school-, 2019 [cited 2020 Nov 23]. Available from: <https://butlerprofessionalfarrierschool.com/archives/2001>

Carmalt, K. P., Carmalt, J. L., Henderson, K., Allen, A. L., & Wilson, D. G. (2019). Novel technique for prevention of rotation of the distal phalanx relative to the hoof wall in horses with acute laminitis. *American Journal of Veterinary Research*, 80(10), 943–949. doi:10.2460/ajvr.80.10.943

Carstens, O. (2004). Ultrasonography of the solar aspect of the distal phalanx in the horse. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 45(5), 449–457. doi:10.1111/j.1740-8261.2004.04078.x

Carson, M., Ricketts, W., editors. Sidebones in horses [Internet] VCA; 2019 [cited 2020 Nov 24] Available from: <https://vcahospitals.com/know-your-pet/sidebones-in-horses>

Chope, K. (2007) Ultrasonography of the Equine Foot, *Proceedings of the North American Veterinary Conference*, Publisher: NAVC, U.S.A.

Colles, C. M. (2011). Navicular bone fractures in the horse. *Equine Veterinary Education*, 23(5), 255–261. doi:10.1111/j.2042-3292.2011.00228.x

Collins, S. N., Pollitt, C., Wylie, C. E., & Matiasek, K. (2010). Laminitic Pain: Parallels with Pain States in Humans and Other Species. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 26(3), 643–671. doi:10.1016/j.cveq.2010.08.001

Compagnie, E., ter Braake, F., de Heer, N., & Back, W. (2016). Arthroscopic Removal of Large Extensor Process Fragments in 18 Friesian Horses: Long-Term Clinical Outcome and Radiological Follow-Up of the Distal Interphalangeal Joint. *Veterinary Surgery*, 45(4), 536–541. doi:10.1111/vsu.12478

Costa, L. and Paradis, M. (2018) Manual of Clinical Procedures in the Horse. Willey Blackwell

Cripps, P. J., & Eustace, R. A. (1999). Radiological measurements from the feet of normal horses with relevance to laminitis. *Equine Veterinary Journal*, 31(5), 427–432. doi:10.1111/j.2042-3306.1999.tb03844.x

Crisan, M., Denoix, J., Damian, D. (2010). The Echoanatomy of the Palmar Aspect of the Equine Foot. Bulletin UASVM, Veterinary Medicine 67(2).

Crowe, O. M., Hepburn, R. J., Kold, S. E., & Smith, R. K. (2010). Long-Term Outcome after Arthroscopic Debridement of Distal Phalanx Extensor Process Fragmentation in 13 Horses. *Veterinary Surgery*, 39(1), 107–114. doi:10.1111/j.1532-950x.2009.00608.x

Cullimore, A., & Booth, T. (2009). *Clinical aspects of the Equine Foot Part 4: Sole penetrations. Companion Animal*, 14(5), 8–13. doi:10.1111/j.2044-3862.2009.tb00362.x

Dabareiner, R., Carter, K., Honnas, C. (2001) How to perform navicular bursa injection and indications for its use. *Proceedings of the Annual Convention of the AAEP 2001*, Vol. 47.

Dakin, S. G., Robson, K. E., & Dyson, S. J. (2006). Fractures of ossified cartilages of the foot: 10 cases. *Equine Veterinary Education*, 18(3), 130–136. doi:10.1111/j.2042-3292.2006.tb00431.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 Grauw, J. C., Visser-Meijer, M. C., Lashley, F., Meeus, P., & van Weeren, P. R. (2015). Intra-articular treatment with triamcinolone compared with triamcinolone with hyaluronate: A randomised open-label multicentre clinical trial in 80 lame horses. *Equine Veterinary Journal*, 48(2), 152–158. doi:10.1111/evj.12383

De Laat, M. A., Mc Gowan, C. M., Sillence, M. N., & Pollitt, C. C. (2010). Equine laminitis: Induced by 48 h hyperinsulinaemia in Standardbred horses. *Equine Veterinary Journal*, 42(2), 129–135. doi:10.2746/042516409x475779

Dechant, J. E., Trotter, G. W., Stashak, T. S., & Hendrickson, D. A. (2000). Removal of large fragments of the extensor process of the distal phalanx via arthrotomy in horses: 14 cases (1992–1998). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 217(9), 1351–1355. doi:10.2460/javma.2000.217.1351

Denoix, J. (2000) *The Equine Distal Limb Atlas of Clinical Anatomy and Comparative Imaging*. Manson publishing.

Denoix, J.-M., Thibaud, D., & Riccio, B. (2010). Tiludronate as a new therapeutic agent in the treatment of navicular disease: a double-blind placebo-controlled clinical trial. *Equine Veterinary Journal*, 35(4), 407–413. doi:10.2746/042516403776014226

Desbrosse, F. G., Vandeweerd, J.-M. E. F., Perrin, R. A. R., Clegg, P. D., Launois, M. T., Brogniez, L., & Gehin, S. P. (2008). A technique for computed tomography

(CT) of the foot in the standing horse. *Equine Veterinary Education*, 20(2), 93–98. doi:10.2746/095777308x272085

Distl, O. (2013). The genetics of equine osteochondrosis. *The Veterinary Journal*, 197(1), 13–18. doi:10.1016/j.tvjl.2013.03.036

Dik, K. J., Belt, A. J. M. Van Den, & Broek, J. Van Den. (2010). Relationships of age and shape of the navicular bone to the development of navicular disease: a radiological study. *Equine Veterinary Journal*, 33(2), 172–175. doi:10.1111/j.2042-3306.2001.tb00596.x

Dik, K. J., & Broek, J. (1995). Role of navicular bone shape in the pathogenesis of navicular disease: a radiological study. *Equine Veterinary Journal*, 27(5), 390–393. doi:10.1111/j.2042-3306.1995.tb04075.x

Dray, A., & Read, S. J. (2007). Arthritis and pain. Future targets to control osteoarthritis pain. *Arthritis Research & Therapy*, 9(3), 212. doi:10.1186/ar2178

Dyson, S. J. (2011). Fracture of the Navicular Bone and Congenital Bipartite Navicular Bone. *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*, 343–344. doi:10.1016/b978-1-4160-6069-7.00031-6

Dyson, S. (2008). Radiological interpretation of the navicular bone. *Equine Veterinary Education*, 20(5), 268–280. doi:10.2746/095777308x294306

Dyson, S. (2011). Nonseptic osteitis of the distal phalanx and its palmar processes. *Equine Veterinary Education*, 23(9), 472–485. doi:10.1111/j.2042-3292.2011.00261.x

Dyson, S., & Murray, R. (2007). Use of concurrent scintigraphic and magnetic resonance imaging evaluation to improve understanding of the pathogenesis of injury of the podotrochlear apparatus. *Equine Veterinary Journal*, 39(4), 365–369. doi:10.2746/042516407x185494

Dyson, S., Murray, R., Blunden, T., & Schramme, M. (2010). Current concepts of navicular disease. *Equine Veterinary Education*, 18(1), 45–56. doi:10.1111/j.2042-3292.2006.tb00414.x

Dyson, S. J., Murray, R., & Schramme, M. C. (2005). Lameness associated with foot pain: results of magnetic resonance imaging in 199 horses (January 2001–December 2003) and response to treatment. *Equine Veterinary Journal*, 37(2), 113–121. doi:10.2746/0425164054223804

Dyson, S., Murray, R., Schramme, M., & Branch, M. (2003). Magnetic resonance imaging of the equine foot: 15 horses. *Equine Veterinary Journal*, 35(1), 18–26. doi:10.2746/042516403775467531

Dyson, S., & Nagy, A. (2011). Injuries associated with the cartilages of the foot. *Equine Veterinary Education*, 23(11), 581–593. doi:10.1111/j.2042-3292.2011.00260.x

Eggleston, R. (2009). Radiology and Ultrasonography of the Equine Foot. *Proceedings of the American Association of Equine Practitioners - Focus Meeting Focus on the Foot*

Erkert, R. S., & Macallister, C. G. (2002). Isoxsuprine hydrochloride in the horse: a review. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 25(2), 81–87. doi:10.1046/j.1365-2885.2002.00386.x

Eps, A. W., & Pollitt, C. C. (2009). Equine laminitis model: Lamellar histopathology seven days after induction with oligofructose. *Equine Veterinary Journal*, 41(8), 735–740. doi:10.2746/042516409x444953

Eps, A. W., & Pollitt, C. C. (2010). Equine laminitis: cryotherapy reduces the severity of the acute lesion. *Equine Veterinary Journal*, 36(3), 255–260. doi:10.2746/0425164044877107

Faramarzi, B., McMicking, H., Halland, S., Kaneps, A., & Dobson, H. (2014). Incidence of palmar process fractures of the distal phalanx and association with front hoof conformation in foals. *Equine Veterinary Journal*, 47(6), 675–679. doi:10.1111/evj.12375

Fitch, G.L. (2012). Cirugía del sistema musculoesquelético en el campo: Tenotomía del tendón flexor digital profundo. I Congreso solidario de clínica equina.

Fortier, L. A., & Nixon, A. J. (2005). New Surgical Treatments for Osteochondritis Dissecans and Subchondral Bone Cysts. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 21(3), 673–690. doi:10.1016/j.cveq.2005.07.005

Fowlie, J. G., O'Neill, H. D., Bladon, B. M., O'Meara, B., Prange, T., & Caron, J. P. (2010). Comparison of conventional and alternative arthroscopic approaches to the palmar/plantar pouch of the equine distal interphalangeal joint. *Equine Veterinary Journal*, 43(3), 265–269. doi:10.1111/j.2042-3306.2010.00176.x

Frandsen, R., Lee Wilke, W., Dee Fails, A. (2009) Anatomy and physiology of farm animals. Seventh. Wiley Blackwell.

French, K. R., & Pollitt, C. C. (2010). Equine laminitis: glucose deprivation and MMP activation induce dermo-epidermal separation in vitro. *Equine Veterinary Journal*, 36(3), 261–266. doi:10.2746/0425164044877170

Frisbie, D., Kawcak, C., McIlwraith, C. (2004) Evaluation of Extracorporeal Shock Wave Therapy for Osteoarthritis, *Aaep Proceedings*, Vol. 50

Galuppo, L. D., Stover, S. M., & Willits, N. H. (2000). A Biomechanical Comparison of Double-Plate and Y-Plate Fixation for Comminuted Equine Second Phalangeal Fractures. *Veterinary Surgery*, 29(2), 152–162. doi:10.1111/j.1532-950x.2000.00152.x

Garza, A. Estudio prospectivo y retrospectivo de la incidencia y prevalencia de fracturas de la tercera falange en potros warmblood y su relación con la

claudicación [Tesis de licenciatura] CDMX (MX). Universidad Autónoma De Nuevo León; 2017.

Geiger, S.M., Reich, E., Bottcher, P. and Hagen, J. (2016) Validation of the Accuracy of Non-Invasive Tracking Techniques in Biplane High-Speed Fluoroscopy for the Equine Distal Extremity. *Equine Veterinary Journal*, 48, 24–24. doi:10.1111/evj.43_12595

Getman, L. M., Davidson, E. J., Ross, M. W., Leitch, M., & Richardson, D. W. (2011). Computed Tomography or Magnetic Resonance Imaging-Assisted Partial Hoof Wall Resection for Keratoma Removal. *Veterinary Surgery*, 40(6), 708–714. doi:10.1111/j.1532-950x.2011.00864.x

Goodrich, L. R., & Nixon, A. J. (2006). Medical treatment of osteoarthritis in the horse – A review. *The Veterinary Journal*, 171(1), 51–69. doi:10.1016/j.tvjl.2004.07.008

Grewal, J. S., McClure, S. R., Booth, L. C., Evans, R. B., & Caston, S. S. (2004). Assessment of the ultrasonographic characteristics of the podotrochlear apparatus in clinically normal horses and horses with navicular syndrome. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 225(12), 1881–1888. doi:10.2460/javma.2004.225.1881

Gutierrez-Nibeyro, S. D., Sullins, K. E., & Powers, B. E. (2010). Treatment of appendicular osteosarcoma in a horse. *Equine Veterinary Education*, 22(11), 540–544. doi:10.1111/j.2042-3292.2010.00107.x

Gygax, D., Lischer, C., Nitzel, D., Rossol, M., & Auer, J. A. (2006). Computer-Assisted Surgery for Screw Insertion into the Distal Sesamoid Bone in Horses: An In Vitro Study. *Veterinary Surgery*, 35(7), 626–633. doi:10.1111/j.1532-950x.2006.00200.x.

Harcourt, M., Smith, C., Bell, R., & Young, A. (2018). Magnetic resonance and radiographic imaging of a case of bilateral bipartite navicular bones in a horse. *Australian Veterinary Journal*, 96(11), 464–469. doi:10.1111/avj.12760

Heer, C., Fürst, A. E., Del Chicca, F., & Jackson, M. A. (2019). Comparison of 3D-assisted surgery and conservative methods for treatment of type III fractures of the distal phalanx in horses. *Equine Veterinary Education*. doi:10.1111/eve.13232.

Hernández, G., Mora, F., Rodríguez, L., Ramírez, R. (2011). Etiología, patogénesis, diagnóstico y tratamiento de osteocondrosis (OC). *Vet. Méx.*, 42 (4)

Hilla, D., & Distl, O. (2014). Genetic parameters for osteoarthritis, radiographic changes of the navicular bone and sidebone, and their correlation with osteochondrosis and osteochondral fragments in Hanoverian warmblood horses. *Livestock Science*, 169, 19–26. doi:10.1016/j.livsci.2014.09.015

Holm, A. W., Bjørnstad, G., & Ruohoniemi, M. (2010). Ossification of the cartilages in the front feet of young Norwegian coldblooded horses. *Equine Veterinary Journal*, 32(2), 156–160. doi:10.2746/042516400777591642

Holroyd, K., Dixon, J. J., Mair, T., Bolas, N., Bolt, D. M., David, F., & Weller, R. (2013). *Variation in foot conformation in lame horses with different foot lesions*. The Veterinary Journal, 195(3), 361–365. doi:10.1016/j.tvjl.2012.07

Hunt, R. J., & Belknap, J. K. (2016). Complications of Laminitis. *Equine Laminitis*, 402–410. doi:10.1002/9781119169239.ch45

Jaskólska, M., Adamiak, Z., Zhalniarovich, Y., Holak, P., & Przyborowska, P. (2013). Magnetic resonance protocols in equine lameness examination, used sequences, and interpretation. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 16(4), 803–811. doi:10.2478/pjvs-2013-0115

Joyce, J., Baxter, G. M., Sarrafian, T. L., Stashak, T. S., Trotter, G., & Frisbie, D. (2006). Use of transfixation pin casts to treat adult horses with comminuted

phalangeal fractures: 20 cases (1993–2003). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 229(5), 725–730. doi:10.2460/javma.229.5.725

Kane, E., editors. Equine imaging update: Computed tomography [Internet] DVM; 2010 [cited 2020 Nov 24]. Available from: <https://www.dvm360.com/view/equine-imaging-update-computed-tomography>

Kidd, J. (2011). Pedal bone fractures. *Equine Veterinary Education*, 23(6), 314–323. doi:10.1111/j.2042-3292.2011.00227.x

Kidd, J. A., Fuller, C., & Barr, A. R. S. (2001). Osteoarthritis in the horse. *Equine Veterinary Education*, 13(3), 160–168. doi:10.1111/j.2042-3292.2001.tb00082.x

Kocak, M., editors. Tomografía por emisión de positrones (PET) [Internet]. Manual MSD; 2019 [cited 2020 Nov 24]. Available from: <https://www.msmanuals.com/es/hogar/temas-especiales/pruebas-de-diagn%C3%B3stico-por-la-imagen-habituales/tomograf%C3%ADa-por-emisi%C3%B3n-de-positrones-pet>

Knottenbelt, D.K. (2015) Clinical Equine Oncology. Elsevier.

König, E., Liebich, H. (2011). Anatomía de los animales domésticos- Aparato locomotor (Tomo 1). Segunda. Editorial médica panamericana.

Kyaw-Tanner, M. T., Wattle, O., Eps, A. W., & Pollitt, C. C. (2008). Equine laminitis: Membrane type matrix metalloproteinase-1 (MMP-14) is involved in acute phase onset. *Equine Veterinary Journal*, 40(5), 482–487. doi:10.2746/042516408x270353

Ley, C. J., Björnsdóttir, S., Ekman, S., Boyde, A., & Hansson, K. (2015). Detection of early osteoarthritis in the centrodistal joints of Icelandic horses: Evaluation of radiography and low-field magnetic resonance imaging. *Equine Veterinary Journal*, 48(1), 57–64. doi:10.1111/evj.12370

Lillich JD, Ruggles AJ, Gabel AA, et al. (1995) Fracture of the distal sesamoid bone in horses: 17 cases (1982–1992). *J Am Vet Med Assoc* 1995; 207:924–927.

Londoño S., Robledo J., Cruz A. (2011). Tratamiento quirúrgico de Laminitis crónica: reporte de un caso. *Revista Lasallista de Investigación*, vol. 8, núm. 1, enero-junio, 2011, pp. 96-103

Loving, N., & West, C. (2007). Foot/lameness. AAEP WRAP-UP/The horse, March 2008, 30-11. Available from: <https://s3.us-east-2.amazonaws.com/thehorse/files/G/AAEP-Convention-2007-Foot-Lameness.pdf>

Lykkjen, S., Roed, K. H., & Dolvik, N. I. (2011). Osteochondrosis and osteochondral fragments in Standardbred trotters: Prevalence and relationships. *Equine Veterinary Journal*, 44(3), 332–338. doi:10.1111/j.2042-3306.2011.00434.x

Mair, T. S., Kinns, J., Jones, R. D., & Bolas, N. M. (2010). Magnetic resonance imaging of the distal limb of the standing horse. *Equine Veterinary Education*, 17(2), 74–78. doi:10.1111/j.2042-3292.2005.tb00340.x

Martens, P., Ihler, C. F., & Rennesund, J. (1999). Detection of a radiographically occult fracture of the lateral palmar process of the distal phalanx in a horse using computed tomography. *Veterinary Radiology Ultrasound*, 40(4), 346–349. doi:10.1111/j.1740-8261.1999.tb02122.x.

Ma, T., Li, Y., Wang, G., Li, X., Jiang, R., Song, X., Gao, L. (2017). Changes in synovial fluid biomarkers after experimental equine osteoarthritis. *Journal of Veterinary Research*, 61(4), 503–508. doi:10.1515/jvetres-2017-0056

McCormick, J. D., & Watkins, J. P. (2016). Double plate fixation for the management of proximal interphalangeal joint instability in 30 horses (1987-2015). *Equine Veterinary Journal*, 49(2), 211–215. doi:10.1111/evj.12578

McIlwraith, C. W. (2005) From Arthroscopy to Gene Therapy—30 Years of Looking in Joints .*AAEP PROCEEDINGS*. Vol. 51

McIlwraith, C. W., Frisbie, D. D., Kawcak, C. E., Fuller, C. J., Hurtig, M., & Cruz, A. (2010). The OARSI histopathology initiative– recommendations for histological assessments of osteoarthritis in the horse. *Osteoarthritis and Cartilage*, 18, S93–S105. doi:10.1016/j.joca.2010.05.031

McIlwraith, C. W. (2010). The use of intra-articular corticosteroids in the horse: What is known on a scientific basis? *Equine Veterinary Journal*, 42(6), 563–571. doi:10.1111/j.2042-3306.2010.00095.x

McIlwraith, C. W., Kawcak, C. E., Frisbie, D.D., Weeren, P. R. (2016) *Joint disease in the horse*, 2ed. Missouri, Elsevier.

Meehan, L. J., Cillan-Garcia, E., & Parker, R. (2014). Biaxial plantar process fractures of the distal phalanx in a horse. *Veterinary Record Case Reports*, 2(1), e000036. doi:10.1136/vetreccr-2013-000036.

Menzies-Gow, N. J., Stevens, K. B., Sepulveda, M. F., Jarvis, N., & Marr, C. M. (2010). Repeatability and reproducibility of the Obel grading system for equine laminitis. *Veterinary Record*, 167(2), 52–55. doi:10.1136/vr.c3668

Milner, P. I. (2011). Diagnosis and management of solar penetrations. *Equine Veterinary Education*, 23(3), 142–147. doi:10.1111/j.2042-3292.2010.00221.x

Morrison, S. (2013). The thoroughbred racehorse foot: evaluation and management of common problems., AAEP PROCEEDINGS , Vol. 59

Moyer, M., Shumacher, J., Shumacher, J.(2007) *A guide to equine joint injection and regional anesthesia*. Veterinary learning systems.

Murray, R. C., Schramme, M. C., Dyson, S. J., Branch, M. V., & Blunden, T. S. (2006). Magnetic resonance imaging characteristics of the foot in horses with palmar foot pain and control horses. *Veterinary Radiology Ultrasound*, 47(1), 1–16. doi:10.1111/j.1740-8261.2005.00100.x

- Naccache, F., Metzger, J., & Distl, O. (2018). Genetic risk factors for osteochondrosis in various horse breeds. *Equine Veterinary Journal*, 50(5), 556–563. doi:10.1111/evj.12824
- Nagy, A., Dyson, S. J., & Murray, R. M. (2007). Scintigraphic examination of the cartilages of the foot. *Equine Veterinary Journal*, 39(3), 250–256. doi:10.2746/042516407x171174
- Nagy, A., Dyson, S. J., & Murray, R. M. (2008). Radiographic, scintigraphic and magnetic resonance imaging findings in the palmar processes of the distal phalanx. *Equine Veterinary Journal*, 40(1), 57–63. doi:10.2746/042516407x223707
- Neil, K. M., Axon, J. E., Todhunter, P. G., Adams, P. L., Caron, J. P., & Adkins, A. R. (2007). Septic osteitis of the distal phalanx in foals: 22 cases (1995–2002). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 230(11), 1683–1690. doi:10.2460/javma.230.11.1683
- Nelson, A. M., & Baker, D. C. (1998). Pedal Osteosarcoma in a Donkey. *Veterinary Pathology*, 35(5), 407–409. doi:10.1177/030098589803500510
- Németh, F., & Dik, K. J. (1985). Lag screw fixation of sagittal navicular bone fractures in five horses. *Equine Veterinary Journal*, 17(2), 137–139. doi:10.1111/j.2042-3306.1985.tb02069.x
- Nourian, A. R., Asplin, K. E., McGowan, C. M., Sillence, M. N., & Pollitt, C. C. (2009). Equine laminitis: Ultrastructural lesions detected in ponies following hyperinsulinaemia. *Equine Veterinary Journal*, 41(7), 671–677. doi:10.2746/042516409x407648
- Parker, R. (2015). Clinical features, diagnosis and management of fractures of the distal phalanx in horses. *Livestock*, 20(2), 107–110. doi:10.12968/live.2015.20.2.107

Parques, A. (2003). Forma y función del dígito equino. *Clínicas veterinarias de América del Norte: Práctica equina*, 19 (2), 285–307. doi: 10.1016 / s0749-0739 (03) 00018-x

Peter, V. G., O'Keeffe, T. A., Smith, L. C. R., & Schweizer-Gorgas, D. (2018). Radiographic Identification of Osseous Cyst- Like Lesions in the Distal Phalanx in 22 Lameness Thoroughbred Horses Managed Conservatively and Their Racing Performance. *Frontiers in Veterinary Science*, 5. doi:10.3389/fvets.2018.00286

Pollit, C. (2016). The illustrated horse's foot a comprehensive guide. Elsevier

Quiney, L. (2020). A valuable modality: skeletal scintigraphy imaging. *Equine Health*, 2020(51), 17–19. doi:10.12968/eqhe.2020.51.17.

Quiney, L. E., Ireland, J. L., & Dyson, S. J. (2018). Evaluation of the diagnostic accuracy of skeletal scintigraphy for the causes of front foot pain determined by magnetic resonance imaging. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 59(4), 490–498. doi:10.1111/vru.12627

Quiroga, A. Osteítis séptica de tercera falange en una potranca Silla Argentino [Tesina de licenciatura]. Buenos Aires (Arg): UNCPBA.; 2018.

Sayegh, A., Sande, R., et al (2001) Appendicular Osteomyelitis in Horses: Etiology, Pathogenesis, and Diagnosis

Ray, C. S., Baxter, G. M., McIlwraith, C. W., Trotter, G. W., Powers, B. E., Park, R. D., & Steyn, P. F. (1996). Development of subchondral cystic lesions after articular cartilage and subchondral bone damage in young horses. *Equine Veterinary Journal*, 28(3), 225–232. doi:10.1111/j.2042-3306.1996.tb03777.x

Redden, R. F. (2001). A technique for performing digital venography in the standing horse. *Equine Veterinary Education*, 13(3), 128–134. doi:10.1111/j.2042-3292.2001.tb00077.x

Redding, W. (2007). Pathologic Conditions Involving the Internal Structures of the Foot. *Equine Podiatry*, 253–293. doi:10.1016/b978-072160383-4.50017-7

Rendle, D. I., Rutledge, F., Hughes, K. J., Heller, J., & Durham, A. E. (2013). Effects of metformin hydrochloride on blood glucose and insulin responses to oral dextrose in horses. *Equine Veterinary Journal*, 45(6), 751–754. doi:10.1111/evj.12068

Rijkenhuizen, A. B. M. (2006). Navicular disease: a review of what's new. *Equine Veterinary Journal*, 38(1), 82–88. doi:10.2746/042516406775374216

Rijkenhuizen, A. B. M., Graaf, K. de, Hak, A., Fürst, A., Braake, F. ter, Stanek, C., & Greet, T. R. C. (2012). Management and outcome of fractures of the distal phalanx: A retrospective study of 285 horses with a long term outcome in 223 cases. *The Veterinary Journal*, 192(2), 176–182. doi:10.1016/j.tvjl.2011.05.017.

Roach, J. M., Pfau, T., Bryars, J., Unt, V., Channon, S. B., & Weller, R. (2014). Sagittal distal limb kinematics inside the hoof capsule captured using high-speed fluoroscopy in walking and trotting horses. *The Veterinary Journal*, 202(1), 94–98. doi:10.1016/j.tvjl.2014.06.014

Robson, K. E., Kristoffersen, M., & Dyson, S. J. (2008). Palmar or plantar process fractures of the distal phalanx in riding horses: 22 cases (1994–2003). *Equine Veterinary Education*, 20(1), 40–46. doi:10.2746/095777308x260385.

Rodríguez A, Uribe J, Saavedra L, López G, Ramírez J, Hernández M.(2018) Manual interactivo de fracturas del esqueleto apendicular de los équidos (PAPIME 201814). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.

Ross, M. and Dyson, S. (2011) Diagnosis and Management of Lameness in the Horse. 2ed, Diagnosis and Management of Lameness in the Horse: Second Edition. 2 ed. Elsevier

Rovel, T., Audigié, F., Coudry, V., Jacquet-Guibon, S., Bertoni, L., & Denoix, J.-M. (2019). Evaluation of standing low-field magnetic resonance imaging for diagnosis

of advanced distal interphalangeal primary degenerative joint disease in horses: 12 cases (2010–2014). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 254(2), 257–265. doi:10.2460/javma.254.2.257

Rubio-Martínez, L. M., Bracamonte, J. L., Tompkins, S., & Villarino, N. F. (2015). Transthecal Arthroscopy of the Palmar Distal Interphalangeal Joint in the Horse: A Cadaver Study. *Veterinary Surgery*, 44(8), 939–943. doi:10.1111/vsu.12398

Rucker, A. (2010). Equine Venography and Its Clinical Application in North America. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 26(1), 167–177. doi:10.1016/j.cveq.2009.12.008

Rucker, A. et al (2006). Schumacher, J., Schumacher, J., Gillette, R., Degraives, F., How to Perform the Digital Venogram. *AAEP PROCEEDINGS* Vol. 52; 526-530.

Ruohoniemi, M., Mäkelä, O., & Eskonen, T. (2010). Clinical significance of ossification of the cartilages of the front feet based on nuclear bone scintigraphy, radiography and lameness examinations in 21 Finnhorses. *Equine Veterinary Journal*, 36(2), 143–148. doi:10.2746/0425164044868729

Ruohoniemi, M., Tulamo, R.-M., & Hackzell, M. (1993). Radiographic evaluation of ossification of the collateral cartilages of the third phalanx in Finnhorses. *Equine Veterinary Journal*, 25(5), 453–455. doi:10.1111/j.2042-3306.1993.tb02989.x

Ruohoniemi, M., Ahtiainen, H., & Ojala, M. (2010). Estimates of heritability for ossification of the cartilages of the front feet in the Finnhorse. *Equine Veterinary Journal*, 35(1), 55–59. doi:10.2746/042516403775467397

Sage, A. M., & Turner, T. A. (2002). Ultrasonography of the soft tissue structures of the equine foot. *Equine Veterinary Education*, 14(4), 221–224. doi:10.1111/j.2042-3292.2002.tb00175.x

Sampson, S. N., Schneider, R. K., Gavin, P. R., Ho, C. P., Tucker, R. L., & Charles, E. M. (2009). Magnetic Resonance Imaging Findings In Horses With Recent Onset Navicular Syndrome But Without Radiographic Abnormalities.

Veterinary Radiology & Ultrasound, 50(4), 339–346. Doi:10.1111/J.1740-8261.2009.01547.X

Santos, L. Osteocondrosis en equinos: Estudio de revisión [Tesis de licenciatura] CDMX (MX): Universidad Nacional Autónoma de México; 2018.

Sardari, k. (2007) Evaluation of Palmar Digital Nerve Block and Distal Interphalangeal Joint Analgesia in Lamé Horses Associated with Hoof Pain due to Sidebone fracture. *Iranian journal of veterinary surgery (IJVS)*, 2 (2),31-37.

Schoonover, M. J., Whitfield, C. T., Young, J. M., Sippel, K. M., & Payton, M. E. (2018). Quantitative assessment of intravenous regional limb perfusion of tiludronate as an adjunctive treatment for lameness caused by navicular syndrome in horses. *American Journal of Veterinary Research*, 79(12), 1313–1320. doi:10.2460/ajvr.79.12.1313

Schramme, M., Smith, R. Coker, M. (2003). The effects of local anaesthetic solution in the navicular bursa of horses with lameness caused by distal interphalangeal joint pain. *Equine Veterinary Journal*, 35(5), 502–505. doi:10.2746/042516403775600460

Schumacher, J. (2007). Diagnostic Analgesia of the Equine Foot. *Equine Podiatry*, 128–140. doi:10.1016/b978-072160383-4.50013-x

Schumacher, J., Taylor, D., Schramme, M., Schumacher, J. (2012) Localization of Pain in the Equine Foot Emphasizing the Physical Examination and Analgesic Techniques. AAEP PROCEEDINGS Vol. 58.

Schumacher, J., Schramme, M. C., Schumacher, J., & DeGraves, F. J. (2013). Diagnostic analgesia of the equine digit. *Equine Veterinary Education*, 25(8), 408–421. doi:10.1111/eve.12001

Seignour, M., Pasquet, H., Coudry, V., & Denoix, J.-M. (2011). Ultrasonographic diagnosis of injuries to the deep digital flexor tendon and associated structures in

the equine foot (suprasedamoidean area). *Equine Veterinary Education*, 23(7), 369-376. doi:10.1111/j.2042-3292.2010.00220.x

Selberg, K., &Werpy, N. (2011). Fractures of the distal phalanx and associated soft tissue and osseous abnormalities in 22 horses with ossified sclerotic ungual cartilages diagnosed with magnetic resonance imaging. *Veterinary radiology & ultrasound*, 52(4), 394–401. doi:10.1111/j.1740-8261.2011.01813.x

Sherlock, C. E., &Mair, T. S. (2006). The enigma of sidebone as a cause of lameness in the horse. *Equine Veterinary Education*, 18(3), 136–137. doi:10.1111/j.2042-3292.2006.tb00432.x

Sherlock, C., &Mair, T. (2011). Osseous cyst-like lesions/subchondral bone cysts of the phalanges. *Equine Veterinary Education*, 23(4), 191–204. doi:10.1111/j.2042-3292.2010.00222.x

Sisson, S., Grossman, D. (2005). Anatomía de los animales domésticos (Tomo II). Quinta. Elsevire.

Smith, L. C. R. (2012). Use of interventional imaging in equine veterinarymedicine. *Equine Veterinary Education*, 25(4), 177–178. doi:10.1111/j.2042-3292.2012.00448.x

Stewart,. J.(2013). Understanding the horse's feet. The crowood press.

Souza, M. V. de. (2016). Osteoarthritis in horses - Part 1: relationship between clinical and radiographic examination for the diagnosis. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 59(0). doi:10.1590/1678-4324-2016150024

Sousa Ticiana M. Analysis of cartilage wear particles in equine joints, muscle and bone [Thesis of doctor degree] Berlín (DE): Freie Universität Berlin; 2008.

Spayberry, K & Robinson, E. (2015). Robinson's Current Therapy in Equine Medicin. 7ª edición. Elsevier.

Story, M. R., & Bramlage, L. R. (2004) Arthroscopic debridement of subchondral bone cysts in the distal phalanx of 11 horses (1994-2000). *Equine Veterinary Journal*, 36(4), 356–360. doi:10.2746/0425164044890643

Svala, E., Jin, C., Rüetschi, U., Ekman, S., Lindahl, A., Karlsson, N. G., & Skiöldebrand, E. (2015). Characterisation of lubricin in synovial fluid from horses with osteoarthritis. *Equine Veterinary Journal*, 49(1), 116–123. doi:10.1111/evj.12521

Trotter, G., Schumacher, J., Pena, F., editors. Consultant's Corner: "Synovial or Regional Anesthesia: Can It Be Used as a Technique to Definitively Determine Whether Heel Pain Causes Foot Lameness? [Internet] *Compendium equine*; 2019 [cited 2020 Nov 24] Available from: <https://www.vetfolio.com/learn/article/consultants-corner-synovial-or-regional-anesthesia-can-it-be-used-as-a-technique-to-definitively-determine-whether-heel-pain-causes-foot-lameness>

Turner, T. A. (2003). Examination of the equine foot. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 19(2), 309–332. doi:10.1016/s0749-0739(03)00023-3

Turner, T., editors. Navicular bone fractures [Internet] Virginia therapeutic farriery; 2020 [cited 2020 Nov 24]. Available from: <https://www.equipodiatry.com/news/articles/11903html>

Vallance, S. A., Bell, R. J. W., Spriet, M., Kass, P. H., & Puchalski, S. M. (2011). Comparisons of computed tomography, contrast enhanced computed tomography and standing low-field magnetic resonance imaging in horses with lameness localised to the foot. Part 1: Anatomic visualisation scores. *Equine Veterinary Journal*, 44(1), 51–56. doi:10.1111/j.2042-3306.2011.00372.x

Van der Zaag, E. J., Weerts, E. A. W. S., van den Belt, A. J. M., & Back, W. (2016). Clinicopathological findings in horses with a bi- or tripartite navicular bone. *BMC Veterinary Research*, 12(1). doi:10.1186/s12917-016-0698-4

Van Eps, A. W., Leise, B. S., Watts, M., Pollitt, C. C., & Belknap, J. K. (2011). Digital hypothermia inhibits early lamellar inflammatory signalling in the oligofructose laminitis model. *Equine Veterinary Journal*, 44(2), 230–237. doi:10.1111/j.2042-3306.2011.00416.x

Van Weeren, P. R. (2006). Etiology, Diagnosis, and Treatment of OC (D). *Clinical Techniques in Equine Practice*, 5(4), 248–258. doi:10.1053/j.ctep.2006.08.002

Vanel, M., Blond, L., & Vanel, D. (2013). Imaging of primary bone tumors in veterinary medicine: Which differences? *European Journal of Radiology*, 82(12), 2129–2139. doi:10.1016/j.ejrad.2011.11.032

Vlahos, T. P., & Redden, R. F. (2010). Amputation of the equine distal limb: indications, techniques and long-term care. *Equine Veterinary Education*, 17(4), 212–217. doi:10.1111/j.2042-3292.2005.tb00375.x

Vos, N. J. (2008). Incidence of osteochondrosis (dissecans) in dutch warmblood horses presented for pre-purchase examination. *Irish Veterinary Journal*, 61(1), 33. doi:10.1186/2046-0481-61-1-33

Verschooten, F., Van Waerebeek, B., & Verbeeck, J. (1996). The ossification of cartilages of the distal phalanx in the horse: An anatomical, experimental, radiographic and clinical study. *Journal of Equine Veterinary Science*, 16(7), 291–305. doi:10.1016/s0737-0806(96)80223-1

Uribe J. Sistema de clasificación de fracturas del sistema apendicular de équidos, con base en la clasificación de fracturas Muller OA: Estudio de revisión [Tesis de licenciatura]. CDMX (MX) Universidad Nacional Autónoma de México; 2014.

Watkins, J. P. (2019). Fractures of the Middle Phalanx. *Equine Fracture Repair*, 264–276. doi:10.1002/9781119108757.ch17

Wayne, R., Reid, R. (2010). Navicular síndrome in equine patients: anatomy, causes and diagnosis. Compendium: Continuing Education for Veterinarians.

Widmer, W. R., Buckwalter, K. A., Fessler, J. F., Hill, M. A., Med, B. V., Vansickle, D. C., & Ivancevich, S. (2000). Use of radiography, computed tomography and magnetic resonance imaging for evaluation of navicular syndrome in the horse. *Veterinary Radiology Ultrasound*, 41(2), 108–116. doi:10.1111/j.1740-8261.2000.tb01463.x

Wright, I., & Minshall, G. (2005). Diagnosis and treatment of equine osteochondrosis. *In Practice*, 27(6), 302–309. doi:10.1136/inpract.27.6.302

Wilford, S., Fowke, G. S., McKane, S., & Coomer, R. (2011). Post-foaling laminitis: A case report. *Companion Animal*, 16(3), 4–9. doi:10.1111/j.2044-3862.2010.00034.x

Ysusi, B. Diagnóstico orientado por los problemas en las claudicaciones de los equinos, enfermedades óseas y articulares: estudio de revisión [Tesis de licenciatura]. CDMX (MX): Universidad Nacional Autónoma de México; 2012.