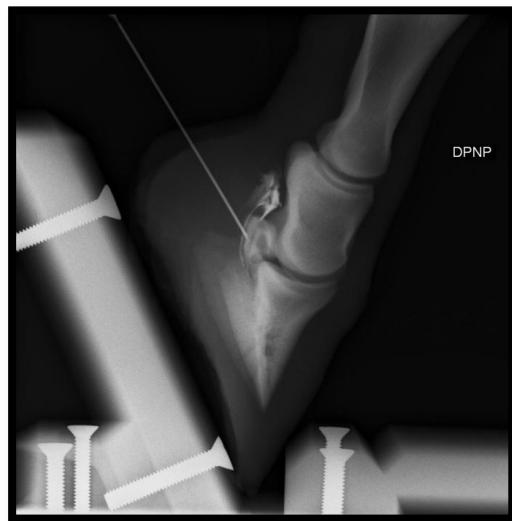


“EVALUACIÓN DE DOS METODOS PARA INYECCION DE LA BOLSA PODOTROCLEAR EN CABALLOS:

COMPARACIÓN ENTRE INYECCION ECOGUIADA Y LA TECNICA DE ABORDAJE PALMARODISTAL A LA POSICION DEL NAVICULAR”



Trabajo Fin de Máster

Realizado por Marina Argilès Casaseca

Pablo Gómez Ochoa

Francisco José Vázquez Bringas

Antonio Romero Lasheras

Agradecimientos

En primer lugar, quiero dar las gracias sinceramente a los profesionales veterinarios, Paco Vázquez, Antonio Romero y a Pablo Gómez por su especial atención en este trabajo, por el aprendizaje que he adquirido y por la motivación y entusiasmo que han aportado durante este tiempo.

A Ignacio de Blas por sus grandes aportaciones en las valoraciones estadísticas y también a Mateo Izquierdo, responsable de la zona de sacrificio y despiece del matadero de Zaragoza (MercaZaragoza), por la facilidad prestada en todo momento.

A los residentes e internos del HV-UZ, a la profesora Arantza Vitoria por su disposición y ayuda en todo momento.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1.- Motivos para realizar el estudio	1
1.2.- Hipótesis	2
1.3.- Objetivos	2
2. ANTECEDENTES Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1.-Anatomía del aparato podotroclear	3
2.1.1.- Anatomía radiológica y ecográfica del aparato podotroclear	5
2.2.- Síndrome podotroclear	9
2.2.1.- Historia y signos clínicos	9
2.2.2.- Patogenia	10
2.2.3.- Formas clínico-radiológicas	10
2.2.4.- Diagnóstico	11
2.2.5.- Tratamiento	16
2.3.- Técnicas de inyección	17
3. MATERIAL Y MÉTODOS	20
3.1.- Material biológico	20
3.2.- Diseño experimental	20
3.3.- Técnica de inyección DPNP	22
3.4.- Técnica de inyección ecoguiada	22
3.5.- Análisis estadístico	23
4. RESULTADOS	24
5. DISCUSIÓN	28
6. CONCLUSIONES	31
7. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	32

1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- Motivos para realizar el estudio

Las cojeras son una de las principales causas de atención veterinaria en los caballos de deporte (Floyd, 2007). La enfermedad del navicular ha sido considerada una de las causas más comunes de cojera en las extremidades anteriores en caballos (Ross, 2011). En 1752, se reconoció que los cambios en el hueso sesamoideo distal (hueso navicular) se correlacionaban con cojeras clínicas (citado en Turner, 1986). En un estudio, se encontró que el síndrome del navicular era el responsable de aproximadamente un tercio de casos de cojeras crónicas que afectaban a los caballos (Stashak, 2004). Este síndrome es el responsable de la pérdida funcional de muchos caballos de competición y, a pesar de que ha estado presente durante siglos, persiste una controversia considerable que busca su patogenia, diagnóstico y tratamiento (Stashak, 2004).

La enfermedad del navicular es un proceso crónico y a menudo progresivo, que afecta tanto al hueso navicular como a la bursa podotroclear (BP), así como al tendón flexor digital profundo (TFDP) y a otros tejidos blandos asociados que componen el aparato podotroclear, por lo que se ha propuesto que la mejor denominación de esta patología es la de síndrome podotroclear (Adams, 1998).

Los caballos afectados suelen presentar una cojera unilateral o bilateral leve a moderada de la extremidad delantera que habitualmente se agrava en el círculo con la mano afectada en el interior. Es característico de estos caballos que adopten una postura de descanso con la mano afectada extendida hacia delante, con la piza de cascos se puede encontrar respuesta dolorosa sobre los tercios central y craneal de la ranilla. Muchos caballos con este síndrome responden positivamente a la prueba de flexión interfalangiana y también es útil la prueba de hiperextensión digital, o test de la tabla, debido al incremento de presión sobre las estructuras involucradas (Denoix, 2003b).

Sin embargo la especificidad de estas pruebas es relativamente baja por lo que suele ser necesario localizar el origen del dolor mediante anestesias diagnósticas. La anestesia digital distal (nervio digital palmar) es positiva, pero no es específica de esta enfermedad ya que puede insensibilizar otras estructuras adyacentes en la región de los talones. Sigue algo parecido con la anestesia intraarticular interfalangiana distal, la cual puede abolir el dolor podotroclear por estar comunicada con la bolsa podotroclear pero es sumamente inespecífica (Floyd, 2007).

La anestesia de la BP es, quizás, la anestesia diagnóstica más específica de todas las que se realizan en el dedo del caballo (Denoix, 2003).

Sin embargo, la bursocentesis podotroclear es una técnica compleja, como lo demuestra el hecho de que se hayan descrito hasta seis técnicas diferentes para realizarla (Boswell, 1999; Spriet, 2004).

Existen diferentes trabajos otros que comparan la efectividad de algunas de las técnicas entre sí, llegando a la conclusión de que el abordaje distal palmar a la posición

del navicular (DPNP, de sus siglas en inglés: *Distal Palmar Approach to the Navicular Position*) es la más eficaz (Schramme, 1999; Piccot-Crézollet, 2004).

Recientemente se ha descrito una nueva técnica para la inyección ecoguiada de la BP (Spriet, 2005) y se ha publicado un trabajo en el que se estudia la probabilidad de acierto de estas técnicas en concreto (Busoni, 2001).

Sin embargo, todavía no se ha comunicado ningún estudio en el que se compare la eficacia de la técnica DPNP con este nuevo método ecoguiado.

Tal y como se puede deducir de la importancia clínica de esta enfermedad, la habilidad para realizar correctamente la bursocentesis podotroclear es una competencia esencial de los clínicos equinos. Pese a que la tasa de éxito descrita en los trabajos que han estudiado la realización de estas técnicas por veterinarios experimentados es alta (Piccot-Crézollet, 2004; Spriet, 2004) no en todas las ocasiones se consigue realizar la bursocentesis adecuadamente (Piccot-Crézollet, 2004). Tanto es así que algunos autores recomiendan el control radiográfico tras introducir la aguja o utilizar medio de contraste en la solución a inyectar para confirmar la correcta colocación y evitar los frecuentes errores (Ross, 2011). En alguno de los estudios anteriormente mencionados, las técnicas son realizadas por operadores inexpertos (Schramme, 1999), por lo que sería interesante conocer, de manera aproximada, el nivel de entrenamiento necesario para que un veterinario postgraduado pueda realizar esta técnica con unas mínimas garantías de éxito.

1.2.- Hipótesis:

En este Trabajo Fin de Máster se han evaluado dos hipótesis. La primera está relacionada con la eficacia de las técnicas estudiadas:

1.- Con la técnica de inyección ecoguiada hay más probabilidades de realizar correctamente la bursocentesis podotroclear que con la técnica DPNP.

La segunda hipótesis está relacionada con el nivel de entrenamiento necesario para llevar a cabo estas técnicas:

2.- El proceso de aprendizaje de estas técnicas es complejo y se necesitan más de 5 entrenamientos para conseguir un nivel de destreza razonable.

1.3.- Objetivos:

Los objetivos de este Trabajo Fin de Máster:

1.- Conocer la eficacia de la técnica DPNP y de inyección ecoguiada para la bursocentesis de la bursa podotroclear del caballo.

2.- Conocer los errores más frecuentes en la bursocentesis de la bursa podotroclear con cada una de los dos abordajes estudiados.

3.- Evaluar el grado de acierto de un operador relativamente inexperto con cada uno de los métodos estudiados, después de un periodo de entrenamiento concreto.

2.- ANTECEDENTES Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1.- Anatomía del aparato podotroclear

El aparato podotroclear del caballo consta de las siguientes estructuras anatómicas (Stashak, 1998): (Figuras 1, 2 y 3)

- Hueso sesamoideo distal o navicular
- Bolsa podotroclear (BP)
- Porción distal del Tendón Flexor Profundo del Dedo (TFPD)
- Ligamento sesamoideo distal impar
- Ligamento sesamoideo proximal (suspensorio)
- Ligamento condronavicular

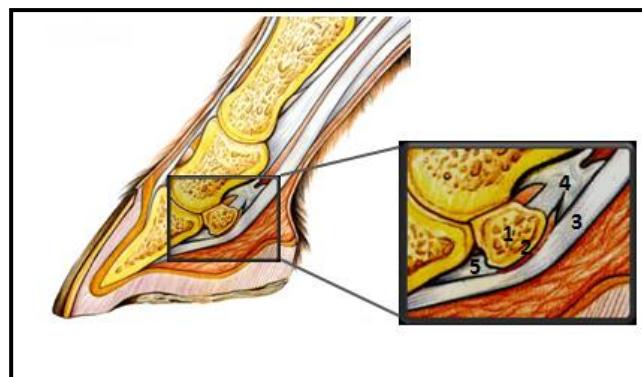


Figura 1. Imagen anatómica del aparato podotroclear del caballo. 1. Hueso navicular ; 2. Bolsa podotroclear; 3. Tendón flexor profundo del dedo; 4. Ligamento sesamoideo proximal (suspensorio); 5. Ligamento sesamoideo distal. (Imagen modificada de Guía práctica de artrocentesis en el caballo, 2004)

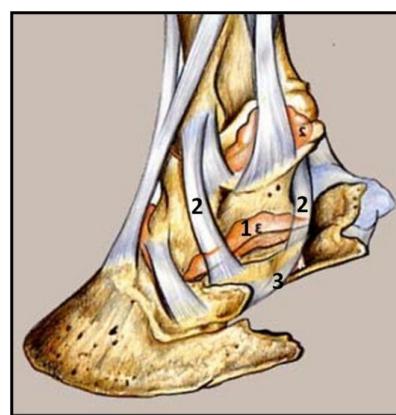


Figura 2. Imagen de algunos ligamentos del aparato podotroclear del caballo. 1..Bolsa podotroclear; 2. Ligamento sesamoideo proximal; 3. Ligamento sesamoideo distal impar. (Imagen tomada de Guía práctica de artrocentesis en el caballo, 2004)

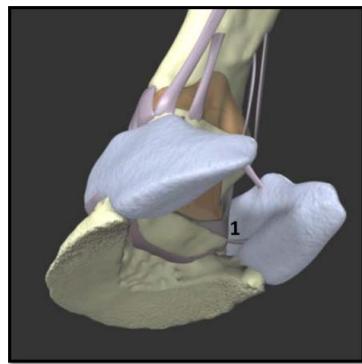


Figura 3: 1. Ligamento condronavicular (Imagen tomada del programa informático Glass Horse: Equine Dista Limb)

El TFPD discurre por la superficie palmar del dígito. A su paso por el menudillo, se localiza entre los ligamentos sesamoideos distales de la articulación metacarpofalangiana y el tendón flexor digital superficial, y está envuelto por la vaina digital. En la cuartilla, pasa entre las ramas de inserción del flexor digital superficial y, bajo el ligamento anular digital distal, accede al interior del casco. Ya en el casco se desliza sobre la cara flexora del hueso sesamoideo distal impar, entre cuyas superficies de contacto se interpone la bolsa podotroclear, que vincula el borde distal del hueso sesamoideo distal y termina insertándose en la cara flexora de la falange distal (Denoix, 2003).

Los dos ligamentos sesamoideos colaterales se insertan en el borde proximal del hueso sesamoideo distal, discurren muy próximos a las caras axiales de los cartílagos ungulares y en íntima relación topográfica con los recessos proximopalmarios de la articulación interfalangiana proximal. Los dos ligamentos sesamoideos colaterales se continúan uno con el otro en sus extremos distales, presentando una parte sagital común que se inserta en el borde proximal del hueso sesamoideo proximal (Denoix, 2003).

Para la interpretación de las alteraciones patológicas asociadas al síndrome navicular, es un prerequisito indispensable el conocer la anatomía de la región podotroclear del caballo (Gabriel, 1994).

Morfológicamente, el hueso navicular (hueso sesamoideo distal) posee forma de canoa y tiene 2 superficies, 2 bordes y 2 extremos (Pleasant, 1997). El hueso se desarrolla por osificación endocondral a partir de un único centro de osificación (Rijkenhuizen, 1989) y está completamente osificado aproximadamente el día 325 de gestación. Se encuentra en la cara palmar/plantar de la articulación interfalangiana distal (AIFD), entre la inserción del tendón del músculo flexor digital profundo y la AIFD (Sisson, 1975). La superficie articular proximal y dorsal del hueso navicular está revestida de cartílago hialino, al igual que su porción distal, articulando la primera con la superficie distal y palmar de la segunda falange y la segunda con la tercera falange; en cambio, la superficie palmar está cubierta por fibrocartílago y posee una pequeña elevación que provee una superficie de apoyo lisa para el tendón del músculo flexor digital profundo (Pleasant, 1997).

Entre la superficie palmar del hueso navicular y el tendón del músculo flexor digital profundo, se localiza la bolsa navicular o bolsa podotroclear (BP) (Sisson, 1975). Ésta se extiende desde alrededor de 1,5 cm proximal al hueso navicular y distalmente hasta la inserción del flexor digital profundo en la tercera falange (Hoffer, 1982), no estando comunicada directamente con la AIFD (Calislar, 1969; Gibson, 1990). La bolsa navicular tiene numerosas vellosidades largas en sus divertículos proximal y distal (Pleasant, 1997), y es histológicamente similar a otras membranas sinoviales del equino (Calislar, 1969; Gibson, 1990).

El aporte sanguíneo al hueso navicular se origina en dos grandes anastomosis entre las arteria medial y lateral (Colles, 1977; Rijkenhuizen, 1989). Las ramas provenientes desde la unión de las arterias palmares de la segunda falange conforman una red de anastomosis que entregan innumerables y diminutas ramas a los forámenes, a lo largo del borde proximal del hueso navicular. Distalmente, un arco arterioso entre las arteria digitales da origen a otro grupo de pequeñas arterias, que migran a través del ligamento sesamoideo distal penetrando al hueso navicular por los forámenes del borde distal de este (Pleasant, 1988). Existen investigaciones que señalan que los canales vasculares en el borde distal del hueso navicular no contendrían vasos sanguíneos (Poulos, 1988) y éstos serían un paso de comunicación con la AIFD, para la cual estarían tapizados de tejido sinovial, por lo que su nombre correcto es el de fosas sinoviales. El aporte sanguíneo al hueso ocurriría distal y palmar a los canales a lo largo del hueso navicular (Gibson, 1990).

Los nervios digitales inervan la región del hueso navicular. Estas fibras discurren a través de los ligamentos sesamoideos colaterales y el ligamento sesamoideo distal y entran al hueso navicular junto a las arterias a través de los forámenes proximales y distales (Bowker, 1997). También, se han encontrado fibras nerviosas sensoriales dentro del revestimiento de los ligamentos y la sinovia (Rijkenhuizen, 1989; Bowker, 1994).

2.1.1.- Anatomía radiológica y ecográfica del aparato podotroclear

El examen radiográfico del hueso sesamoideo distal es esencial para el diagnóstico del síndrome navicular. Al menos dos proyecciones radiográficas distintas son imprescindibles para ello: una dorsoproximal-palmarodistal oblicua de 60° y otra palmaroproximal-palmarodistal oblícua (Thrall, 1986; Kazer-Hotz, 1992; Dyson, 1993; Pleasant, 1993; Butler, 2008).

La primera proyección permite visualizar toda la extensión del hueso sesamoideo distal junto a la segunda falange, vigilando que el espacio articular que aparece como una línea ancha muy marcada, no cubra el borde distal del hueso navicular, y que tampoco el hueso navicular se distorsione demasiado al varia el ángulo de proyección, ya que en ambos casos se obtendrá una imagen deficiente (Deppe, 1983). En esta vista, el hueso navicular normal aparece uniformemente radiopaco, dos extremos simétricos y romos, con su borde proximal liso el que puede aparecer de aspecto rugoso por la superposición del borde distal de la segunda falange, y en su borde distal se pueden observar un número variable de formas cónicas de aspecto radiolúcido (Thrall, 1986).

Las ventajas de la segunda proyección son que el hueso navicular y la tercera falange pueden ser vistos sin la interposición de la segunda falange (Rose, 1978;

Gabriel, 1994), además de que su superficie flexora deja verse junto a su prominencia central. También permite observar la cavidad medular en la cual se observan 4 o 5 canales vasculares de aspecto radiolúcido. La corteza del hueso se observa de un espesor uniforme al centro, los extremos aparecen redondeados y pueden estar superpuestos a los procesos palmares de la tercera falange, todo esto en un hueso de aspecto normal (Thrall, 1986).

Una tercera proyección lateromedial puede ser útil para detectar cambios periarticulares importantes (Denoix, 2003). Esta vista ofrece una imagen limpia, pero pequeña del hueso navicular, cuyo aspecto normal muestra una superficie flexora convexa y de bordes lisos, al igual que los bordes proximal y distal, además de otros pequeños detalles (Thrall, 1986).

a) Proyección dorsoproximal – Palmarodistal oblícua 60° (Figura 4)

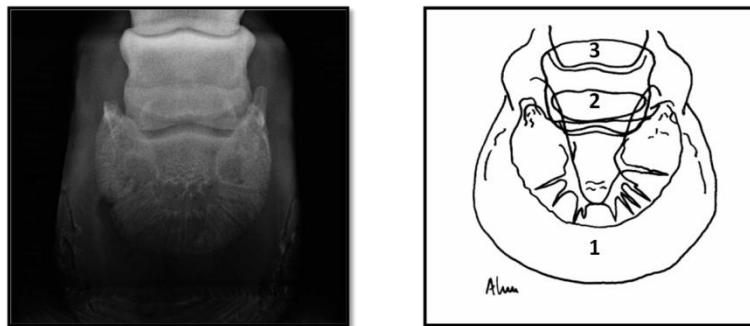


Figura 4. Proyección dorsoproximal-palmarodistal oblícua 60°(imagen izquierda) y dibujo esquemático (imagen derecha). 1.Falange distal; 2.Hueso sesamoideo (borde distal palmar); 3.Falange media. (Imagen obtenida del Atlas Radiológico de las Extremidades del caballo).

b) Proyección dorsopalmar (Figura 5)

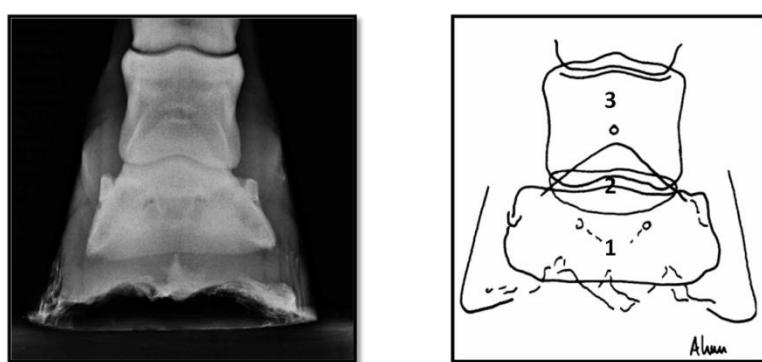


Figura 5. Proyección dorsopalmar (imagen izquierda) e imagen representativa (imagen derecha).

1.Falange distal; 2.Hueso navicular (bordes palmeros proximal y distal); 3.Falange media. (Imagen obtenida del Atlas Radiológico de las Extremidades del caballo).

c. Proyección lateromedial (Figura 6)

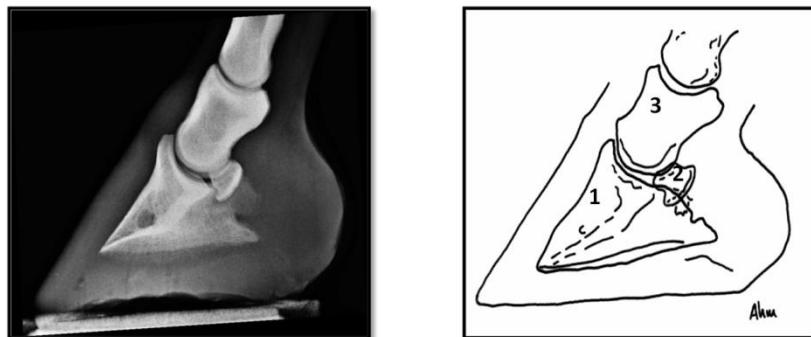


Figura 6. Proyección lateromedial (imagen izquierda) e imagen representativa (imagen derecha) (Imagen obtenida de Atlas Radiológico de las Extremidades del caballo). 1. Falange distal; 2. Hueso sesamoideo (cara flexora); 3. Falange media (Imagen obtenida del Atlas Radiológico del caballo).

El examen ecográfico ha comenzado a utilizarse recientemente para el diagnóstico de lesiones específicas de los tejidos blandos asociados al aparato podotroclear: bolsa podotroclear, ligamentos sesamoideos colaterales, tendón flexor digital profundo y ligamento sesamoideo distal impar (Denoix, 1996). El tejido córneo de la tapa del casco no puede ser atravesado por los ultrasonidos, por lo que la única ventana acústica que se puede utilizar en el casco es la ranilla (ventana transcuneana), la cual, debido a que su contenido en agua es mucho mayor que el resto del casco si que permite el paso de los ultrasonidos (Busoni, 1998). Este examen debe ser sistemático y bien realizado. Dicho estudio debe incluir cortes ecográficos longitudinales (paralelos al plano sagital) y transversales (en planos más o menos oblicuos). También debe familiarizarse con las imágenes anatómicas normales de los cortes ultrasonográficos que utiliza

El corte ecográfico sagital del aparato podotroclear, a través de un abordaje transcuneano (a través de la ranilla), permite examinar, en las partes medial y lateral del pie, las siguientes estructuras del aparato podotroclear: cara flexora del hueso sesamoideo distal, surco sinovial de este mismo hueso, ligamento sesamoideo distal impar y tendón flexor digital profundo. En un corte ecográfico transversal oblicua o dorsodistal de la parte palmar del pie, es posible examinar las dos partes (medial y lateral) suprasesamoideas (proximales al hueso navicular) del tendón del músculo flexor digital profundo, así como como también el ligamento sesamoideo colateral. Este abordaje también se visualiza de forma precisa el receso proximopalmar de la articulación interfalangiana distal (Busoni, 1998).

La evaluación ecográfica del aparato podotroclear debe completarse con cortes sagitales (Figura 7) y transversales (Figura 8) mediante un abordaje transcuneano. El abordaje distal del aparato podotroclear, a través de la ranilla, está indicado para evaluar las lesiones del ligamento sesamoideo distal impar y la parte final (distal al hueso navicular) del tendón flexor digital profundo.

En estas imágenes ecográficas, tanto transversales como longitudinales, se identifican con relativa facilidad los siguientes elementos del aparato podotroclear:

cara flexora y borde distal del hueso navicular, superficies de inserción del ligamento sesamoideo distal impar y del tendón flexor digital profundo en la falange distal (Busoni, 1998).

También se ha descrito la posibilidad de evaluar ecográficamente parte del aparato podotroclear con sondas microconvexas desde los talones y la parte más distal de la cuartilla (Denoix, 1996; Denoix, 1998).

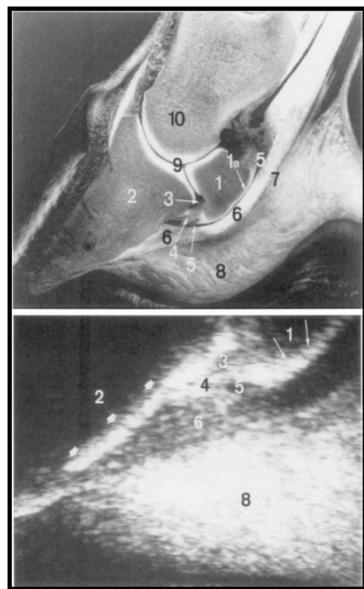


Figura 7. Sección anatómica sagital normal del dedo equino (imagen superior) e imagen ecográfica sagital del aparato podotroclear usando un abordaje transcuneal (imagen inferior)

1.Hueso sesamoideo distal; 1a.Porción fibrocartilaginosa del hueso sesamoideo distal; 2.Tercera falange; 3. Receso palmar distal de la AIFD; 4. Ligamento sesamoideo distal impar; 5.Bursa podotroclear; 6. Tendón flexor digital profundo; 7. Ligamento anular digital distal; 8.Almohadilla digital ; 9. Articulación interfalangiana distal ; 10. Segunda falange. (Imagen obtenida de Busoni, 2001).

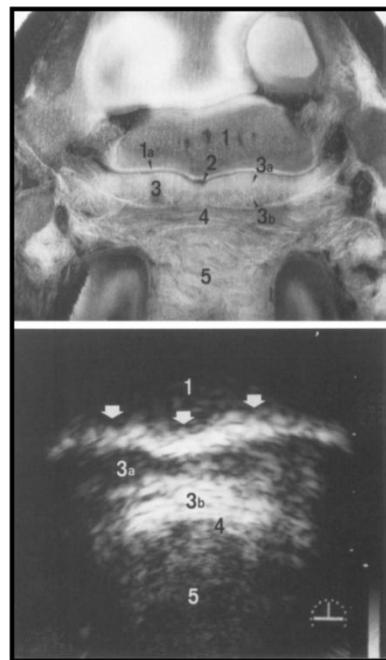


Figura 8. Sección anatómica transversa normal del dedo equino (imagen superior) e imagen ecográfica transversal del aparato podotroclear usando un abordaje transcuneal (imagen inferior)

1.Hueso sesamoideo distal. 1a.Porción fibrocartilaginosa del hueso sesamoideo distal. 2.Bursa podotroclear. 3.Tendón flexor digital profundo. 3a.Porción fibrocartilaginosa del TFDT. 3b.Porción fibrosa del TFDT. 4.Ligamento anular digital distal. 5.Almohadilla digital. (Imagen obtenida de Busoni, 2001).

2.2.- Síndrome podotroclear

El síndrome podotroclear, o enfermedad del navicular, es un proceso crónico y a menudo progresivo, que afecta al hueso navicular y a la BP, así como al TFDP y a otros tejidos blandos asociados que componen el aparato podotroclear (Turner, 1990).

El síndrome podotroclear sigue siendo una de las causas más frecuentes y controvertidas de claudicación intermitente del miembro anterior en caballos entre los 4 y los 15 años de edad (Lowe, 1976). Se ha estimado que este síndrome es el responsable de un tercio de las claudicaciones crónicas del miembro anterior. Los miembros posteriores también pueden verse afectados aunque en menor medida debido a que soportan menos peso corporal que los miembros anteriores (Colles, 1982).

Se ha demostrado que este síndrome tiene una predisposición hereditaria (Lowe, 1976). Se cree que factores tales como defectos de conformación (por ejemplo, los talones pueden estar bajos o hundidos con un eje podofalangiano roto hacia atrás), desequilibrios del casco (casco desviado hacia medial o lateral), herrajes inapropiados o irregulares y ejercicios sobre superficies duras predisponen y agravan esta alteración (Colles, 1982; Turner, 1989). La causa exacta sigue sin estar clara, aunque prevalecen dos escuelas de pensamiento: una establece que es un problema vascular y la otra que se trata de una alteración biomecánica (Leach, 1993).

2.2.1.- *Historia y signos clínicos*

Los caballos con síndrome navicular suelen tener una historia de una cojera crónica progresiva, unilateral y bilateral, de los miembros torácicos con un comienzo casi siempre sutil, aunque en otras ocasiones es súbito. Aunque las lesiones podotroclears son a menudo simétricas, la cojera suele ser unilateral (Denoix, 2003).

El examen visual del casco en reposo puede revelar importantes defectos de conformación: talones muy bajos, rotura del eje podofalángico, apoyos asimétricos, asimetrías manifiestas entre el tamaño y la conformación de los dos cascos, deformidades angulares de los miembros, etc. Todos estos problemas producen, de una manera u otra, un estrés excesivo sobre las estructuras del aparato podotroclear (Numans, 1973).

El examen sistemático del casco con la pinza de presión es esencial para el diagnóstico clínico del síndrome navicular. La presión sobre los tercios central y craneal de la ranilla suele mostrar una respuesta muy dolorosa, pero muchos caballos con un gran espesor de la suela y de la ranilla no responden a esta presión. También muchos de estos caballos con este síndrome responden positivamente a la prueba de la flexión falangiana (Stashak, 2002). También es útil y positiva la prueba de la tabla, debido al incremento de presión que provoca en las estructuras del aparato podotroclear. Sin embargo, la especificidad de estas pruebas de manipulación articular para poner de manifiesto dolor en la región navicular es relativamente baja (Floyd, 2007).

El examen dinámico, realizado en diferentes condiciones, proporciona mucha información para el síndrome navicular (Denoix, 2003). Debe realizarse sobre terreno duro y sobre suelo blando, en línea recta y en círculos a ambos lados, al paso y al trote. En general, la cojera suele ser moderada, aunque puede ser severa en los casos más

crónicos. Los signos de cojera suelen manifestarse al paso, especialmente cuando el caballo trabaja sobre suelo duro y describe movimientos en círculos. La cojera se manifiesta por una reducción de la última parte del apoyo (fase posterior del paso), debido a que durante esta fase de propulsión, en la que el metacarpo está orientado hacia delante, se produce la máxima extensión de la articulación interfalangiana distal y, en consecuencia, las demandas biomecánicas del aparato podotroclear son máximas. Muy a menudo la asimetría del paso también se manifiesta por un alargamiento de la fase anterior del paso en el pie contralateral sano (Stashak, 2002).

2.2.2.- Patogenia

Se han desarrollado tres teorías principales en lo que se refiere a la patogenia del hueso navicular (Pool, 1989). La primera propone una etiología vascular (Colles, 1979) según la cual se produce una trombosis en las arteriolas que suministran al aspecto distal del hueso navicular, que causan dolor y necrosis isquémica del hueso. Otros (Svalastotoga, 1983; Ostblom, 1984) han encontrado evidencia de hiperemia (incremento en la vascularización) más que isquemia en los huesos naviculares de los caballos afectados clínicamente (MacGregor, 1989).

La segunda teoría implica causas biomecánicas. Algunos autores (Thompson, 1991) sugirieron que la continua presión entre el DDFT y la superficie flexora del hueso navicular lleva a cambios degenerativos de estas estructuras. Otros investigadores (Ostblom, 1989) demostraron que los cambios estructurales dentro del hueso sesamoideo distal se debían a la remodelación de la esponjosa subyacente del fibrocártílago flexor en respuesta a la presión aumentada entre el TFPD y la superficie flexora del hueso navicular. Además, factores como conformación recta (vertical), tamaño pequeño del casco, técnica de herrado pobre (talón bajo y casco largo), y un tamaño largo de cuerpo se consideró que contribuía a este síndrome (Adams, 1974).

La tercera teoría y la más aceptada sugiere que el síndrome del navicular es un proceso similar a la osteoartritis (enfermedad degenerativa de la articulación). Numerosos investigadores (Slavlastoga, 1983; Pool, 1989; Pleasant, 1993) han demostrado que los cambios en el fibrocártílago de la superficie flexora del hueso navicular, hueso subcondral, cavidad medular, y bolsa sinovial son similares a los cambios observados en el cartílago hialino y las membranas sinoviales de las articulaciones con osteoartritis (Pleasant, 1993; Wright, 1998). Además de en la superficie que se desliza del TFPD, han sido observadas lesiones *core* (lesiones localizadas y bien circunscritas en el interior del tendón), y adherencias entre el hueso navicular y el TFPD (Pool, 1989; Pleasant, 1993; Wright, 1998).

La evaluación de estas teorías sostiene una causa mecánica del síndrome navicular que implica cualquier carga anormal aplicada a estructuras normales o estructuras anormales sujetas a cargas normales. Cualquier causa que lleve a un desequilibrio entre las fuerzas aplicadas y la capacidad de los tejidos para compensar y resistir a las cargas (Pleasant, 1997).

2.2.3.-Formas clínico-radiológicas

La presencia de determinados signos radiográficos está influida por las formaciones anatómicas afectadas. Por ello, según los hallazgos radiográficos

detectados se pueden establecer varias formas de síndrome podotroclear (Denoix, 1994):

- *Forma articular*: se manifiesta por una aumento y distensión de las invaginaciones sinoviales distales del hueso navicular. Además, se puede apreciar osteofitos en el borde dorsoproximal de dicho hueso y signos de osteoartrosis en AIFD.
- *Forma tendinosa*: induce el desarrollo de signos osteoproliferativos u osteolíticos sobre la superficie flexora del hueso navicular, bursitis podotroclear o lesiones del TDFT.
- *Forma ligamentosa*: se debe a desmitis crónicas de los ligamentos sesamoideos, las cuales inducen al desarrollo en entesiofitos o mineralizaciones distróficas.
- *Forma esclerosante*: representada por una condensación de la esponjosidad del hueso y un engrosamiento del córtex palmar, dándole al hueso navicular una radiopacidad homogénea.
- *Forma quística*: normalmente, se trata de la evolución de una forma tendinosa, articular, o fracturas no estabilizadas. Ésta se observa como una zona osteolítica más o menos extensa de la trabécula y la cortical. Su evolución es rápida.
- *Fracturas*: relativamente frecuentes, producen un aumento de la amplitud de movimientos de rotación de la AIFD, en la que suele instaurarse inevitablemente procesos degenerativos.
- *Forma mixta*: forma en la que se aprecian signos radiográficos de las anteriores formas citadas.
- *Otras causas* de lesión del hueso navicular. La más frecuente es la osteitis infecciosa. Los procesos sépticos del casco, heridas punzantes con abscesos del casco, pueden producir infecciones del hueso navicular (osteitis infecciosas) de pronóstico siempre grave (Toal, 2000).

2.2.4.- Diagnóstico

Pese a que como se ha visto en el apartado 2.2.1. la clínica de este síndrome suele ser bastante característica, en muchos casos es preciso localizar el origen del dolor o confirmar el significado clínico de los hallazgos de diagnóstico por imagen mediante anestesias diagnósticas, combinando, habitualmente, tanto anestesias perineurales (o troculares) e intrasinoviales (o intratecales) (Ross, 2011).

El objetivo de la anestesia digital distal es producir el bloqueo selectivo del tronco principal de los nervios digitales propios (medial y lateral) inmediatamente antes de acceder al interior del casco (Dyson, 1993). Esta insensibiliza todas las estructuras palmares del casco, incluyendo una gran parte del corion parietal. La presencia de sensibilidad en los talones del casco es indicativa de que la anestesia no ha sido correctamente realizada (Denoix, 2003). Cuanto más distal se realiza esta anestesia más específica es de la zona podotroclear: algunos autores (Harper, 2007; Floyd, 2007) han propuesto que en esta localización tan distal realmente se está insensibilizando una rama del nervio digital palmar, por lo que denominan a esta anestesia tan distal anestesia del *ramus tori digitalis* (*ramus pulvinus*).

Con todo ello, debido al elevado número de estructuras insensibilizadas con esta anestesia, es fácil de comprender por qué este bloqueo nervioso no es específico para establecer el diagnóstico de la enfermedad del navicular (Schumacher, 2001; Sardari, 2002). Ante una respuesta positiva a esta anestesia es necesario considerar el diagnóstico diferencial entre los distintos problemas posibles. Para tal finalidad se recomienda técnicas de imagen (radiografía/ecografía) pero de no ser posible hay que realizar otras anestesias intrasinoviales más específicas (cápsula articular interfalangiana distal o bolsa podotroclear) (Schumacher, 2003; Denoix, 2003).

Las anestesias intrasinoviales pueden ayudarnos a obtener más información y superar la falta de especificidad de la anestesia perineural. Las anestesias intrasinoviales que habitualmente se utilizan en el diagnóstico del síndrome navicular son la anestesia intraarticular de la AIFD y la anestesia de la BP (Stashak, 2004; Ross, 2011).

En la anestesia interfalangiana distal existen tres posibilidades para el abordaje de esta articulación: dorsal, lateral y palmar. El abordaje más fácil y común es a través del receso dorsal, insertando la aguja 1 cm por encima de la corona del casco y 1,5 cm lateralmente a la línea media dorsal. La aguja se inserta en una posición vertical y se dirige mediodistalmente hasta perforar la cápsula articular en el borde de la apófisis extensora de la falange distal (Denoix, 2003).

Una lesión específica de la articulación interfalangiana distal debe mostrar una mejoría de la cojera dentro de los 5 minutos de la anestesia. Transcurrido este tiempo, la anestesia deja de ser selectiva debido a la difusión del producto anestésico desde los recesos palmares de la articulación hasta el nervio digital propio. Esta respuesta cruzada puede insensibilizar todas las estructuras del aparato podotroclear. También puede insensibilizar el corion de la suela (Floyd, 2004). Esta anestesia se emplea en el diagnóstico de la enfermedad del navicular no solo para descartar la existencia de dolor en la AIFD, sino también porque el efecto difunde hacia la cara articular del navicular y la región podotroclear, por lo que esta anestesia es positiva en muchos caballos afectados de síndrome podotroclear (Floyd, 2004).

El empleo en los últimos años de la Resonancia Magnética Nuclear ha puesto de manifiesto la marcada falta de especificidad y sensibilidad de estas anestesias para muchas lesiones del dedo distal del caballo (Dyson, 1986; Dyson 2005; Dyson 2007). Pese a ello la anestesia de la BP es quizás la anestesia diagnóstica más específica de todas las que se realizan en el casco del caballo (Denoix, 2003). Existen dos indicaciones diagnósticas precisas. La primera es para confirmar el diagnóstico en caballos que presentan signos clínicos de enfermedad del navicular. Y la segunda, para evaluar el significado clínico de hallazgos radiográficos y/o ecográficos en componentes del aparato podotroclear. También puede tener una indicación terapéutica, en cuyo caso debe de combinarse con una anestesia digital distal para facilitar las condiciones de anestesia.

En la literatura existen diferentes técnicas descritas para realizar esta anestesia. Muchas de ellas están descritas con el miembro apoyado, pero muchas estas técnicas se han abandonado por la dificultad que entraña la inyección de la BP cuando está comprimida por la presión que ejerce el tendón del músculo flexor digital profundo sobre el hueso sesamoideo distal cuando el miembro está soportando el apoyo. Por

este motivo, las técnicas que se utilizan actualmente se realizan con el miembro levantado, sosteniendo el dedo del caballo con la mano libre del operario. Antes de realizar la punción, y debido a que la topografía del hueso sesamoideo distal es muy variable y dependiente de la conformación del casco, es muy recomendable obtener una radiografía lateromedial del pie para decidir la orientación correcta de la aguja (Denoix, 2003; Stashak, 2004; Floyd, 2004; Ross, 2011).

Entre los errores más frecuentes de esta técnica está la inyección del producto anestésico en el receso proximopalmar de la AIFD y la inyección simultánea, a través de los ligamentos colaterales, de la BP y AIFD. También es posible colocar el producto anestésico en la superficie palmar del tendón del músculo flexor digital profundo (Denoix, 2003; Harper, 2007).

La evaluación de la respuesta a la anestesia se debe realizar inmediatamente después. Este examen clínico debe ser tan breve como sea posible; bastará un trote en línea recta, un círculo a mano derecha y un círculo a mano izquierda. Un examen más prolongado puede agravar considerablemente las lesiones en un caballo con enfermedad del navicular. Esto también puede ocurrir cuando el examen dinámico se realiza 10 minutos después de la anestesia. En un caballo con síndrome podotroclear, esta anestesia, cuando está bien realizada, puede mejorar los signos clínicos a los 2 segundos de realizarla. Cuando la mejoría sólo se percibe después de este breve período de tiempo, es muy probable que no se trate de una lesión de las estructuras del aparato podotroclear (Denoix, 2003).

Está claro que el diagnóstico de la enfermedad podotroclear se simplifica al observar la reacción a las anestesias diagnósticas; no obstante, ninguno de los procedimientos con anestesias ocasiona una desensibilización específica de un sitio anatómico único. El veterinario debe emplear los signos clínicos, la reacción a la anestesia diagnóstica y el diagnóstico por imagen para determinar el diagnóstico específico (Turner, 1996; Ross, 1998).

La exploración radiológica es el método de imagen más utilizado con más frecuencia para evaluar las afectaciones óseas en el hueso sesamoideo distal. Dichos cambios, a excepción de las fracturas, habitualmente no son patognómicas, pero brindan una perspectiva del daño que ha ocurrido al casco (Park, 1989; Verschooten, 1990).

Los hallazgos radiográficos más comunes del síndrome podotroclear incluyen: alteraciones del orificio distal, osteolisis del hueso esponjoso, formación de entesofitos en los bordes proximal y distal, irregularidades de su cara flexora con pérdida de la distinción de la separación entre el hueso esponjoso y el hueso compacto, y aparición de pequeñas calcificaciones sobre la superficie flexora del hueso navicular (Stashak, 2002). También se han descrito fracturas del hueso navicular y la presencia de fragmentos óseos en el espesor del ligamento sesamoideo distal impar. La presencia de osteofitos en la superficie flexora del hueso sesamoideo distal es quizás el hallazgo radiográfico más categórico del síndrome navicular, dado que estos fragmentos óseos producen bursitis podotroclear y laceraciones del tendón flexor digital profundo (Dik, 1992; Dyson, 2003).

En la mayoría de los casos clínicos de síndrome navicular, los signos radiográficos anteceden a las manifestaciones clínicas, pero también puede ocurrir lo

contrario (Campbell, 1972; Morgan, 1972; Adams, 1974; Ackerman, 1977). Por ello, aunque el examen radiográfico se considera una prueba diagnóstica del síndrome navicular, no es específica para detectar los cambios patológicos en el hueso sesamoideo distal hasta que no están muy avanzados (Wright, 1993). Por todo ello, el uso de otras técnicas de diagnóstico por imagen se hace imprescindible para evaluar estos cambios.

La ecografía es una herramienta diagnóstica en el síndrome podotroclear en los caballos, ya que permite evaluar el aparato podotroclear. (Busoni, 2001). Estos autores presentaron el abordaje transcuneal (a través de la ranilla) mediante control ecográfico de la parte distal del aparato podotroclear, proporcionando la anatomía ecográfica normal de la región. El estudio se llevó a cabo con 5 caballos, sin antecedentes de cojera y sin hallazgos radiográficos patológicos, con el fin de documentar imágenes sagitales y transversas normales del aparato podotroclear. Además, se realizó el examen ecográfico en 3 extremidades anteriores sin alteraciones ecográficas en el dedo y éste, se repitió después de la inyección con agua de la BP. Se realizó la disección de dichas extremidades para confirmar la ausencia de cambios patológicos macroscópicos del aparato podotroclear, y se compararon las imágenes ecográficas con las estructuras anatómicas macroscópicas. Se obtuvieron secciones anatómicas de 8 extremidades normales de cadáveres. Se utilizaron un total de 8 extremidades, 4 de las cuales, para obtener secciones anatómicas sagitales y parasagitales, y en otras, secciones transversales. Dichas secciones anatómicas se utilizaron como referencia para interpretar las imágenes ecográficas correspondientes. El resultado fue que el abordaje transcuneal permitió obtener imágenes ecográficas del aspecto distal del aparato podotroclear que esperaban. Además, la combinación del abordaje y de las imágenes ecográficas del área distal de la cuartilla, permitió la evaluación de la mayoría de los componentes de tejidos blandos y los lugares de inserción de ligamentos y tendones.

En el examen ecográfico, además de las lesiones de los tejidos blandos asociados (tendinopatías, bursitis y desmopatías), también son hallazgos ecográficos habituales en caballos con síndrome podotroclear los procesos de osteolisis y remodelación del hueso sesamoideo distal, la existencia de entesiofitos y la identificación de fragmentos óseos en el espesor del hueso navicular. En muchas ocasiones, estos hallazgos ecográficos en los tejidos duros están bien correlacionados con los signos radiográficos, pero en otros muchos casos no se detectan con el examen radiográfico (Campbell, 1972; Morgan: 1972, Adams, 1974; Denoix, 1998).

El examen ecográfico también es útil para evaluar el trayecto, el alcance y las posibles consecuencias de las heridas punzantes del casco (Roads, 2003; Spriet, 2004).

La ecografía representa una técnica de fácil disponibilidad complementaria a la radiografía y se usa diariamente para evaluar estructuras de tejidos blandos y superficies de los huesos (Genovese, 1986; Denoix, 1996; Denoix, 1998) en los caballos. Los tejidos blandos en el estuche córneo han sido siempre considerados difícil de evaluar por la presencia del casco (Hauser, 1982; Hauser, 1986). Se describió un abordaje palmar del casco a través de la cuartilla distal (Denoix, 1996; Hause, 1982). No obstante, con esta técnica, solo el aspecto proximal del aparato podotroclear podía ser evaluado. Más recientemente, se ha demostrado que se pueden obtener imágenes

ecográficas del aparato podotroclear distal usando una ranilla como una ventana acústica (Busoni, 2001).

Las limitaciones de la ecografía para el examen del dedo equino se refieren principalmente a la identificación de las partes colaterales del tendón flexor digital profundo y evaluación del corion parietal (Denoix, 2000). En estos casos existen buenas indicaciones para el uso de otras técnicas de imagen, tales como la resonancia magnética (Denoix, 1993; Stashak, 2002; Wayne, 2010,).

La gammagrafía brinda información sobre la vascularización relativa y la tasa de metabolismo tisular (Keegan, 1996). Esto es especialmente útil cuando se estudia la patología ósea y puede contribuir a diferenciar los sitios de lesión en el casco. Una proyección de alta definición con este instrumento, obtenida en una vista horizontal, puede localizar la inflamación en forma específica en el hueso navicular o en las demás estructuras de la región del talón palmar (Dyson, 2002).

La tomografía computerizada (TC) es una modalidad de imagen planar donde una estructura tridimensional es proyectado en una imagen de dos dimensiones que resulta en superposición de muchas estructuras anatómica, que pueden oscurecer o confundir a los importantes hallazgos radiográficos. En general, la radiología tiene limitaciones significativas en la evaluación de los tejidos blandos que son parcialmente mejoradas cuando los tejidos blandos están rodeados por aire, pero que se exacerban cuando los tejidos blandos están rodeados por hueso. Se indica cuando es necesario evaluar con precisión la extensión de la enfermedad o cuando surgen dudas acerca de la anatomía localización de la lesión, de diagnóstico por imagen adicional (Williams, 1994).

Una de las indicaciones más comunes para la TC es examinar en detalle de la sección transversal del tejido blando y las estructuras óseas de la extremidad inferior. Es esencial que no haya movimiento de la extremidad distal durante la TC y por lo tanto se realiza bajo anestesia general. La TC tiene también la capacidad de evaluar los cartílagos alares de la falange distal, y los ligamentos asociados al hueso navicular (Tietje, 1995).

La resonancia magnética (RM) es una técnica de diagnóstico por imagen en auge en medicina deportiva equina muy útil en la detección de problemas locomotores del tercio distal y medio de las extremidades del caballo. Esta técnica proporciona un alto contraste de los tejidos blandos y duros que permite valorar las estructuras óseas, ligamentarias y tendinosas. Además, la RM tiene un valor añadido al detectar de forma precoz pequeños cambios patológicos en el cartílago articular y hueso subcondral (Bell, 2009; Schramme, 2009).

Algunos estudios sugieren que esta técnica es la mejor para evaluar tejidos blandos dentro del casco (Park, 1987; Denoix, 1993; Whitton, 1998).

El valor de la RM está fundamentado en la capacidad para detectar inflamación aguda (edema óseo, lesiones subcondrales y daños en el cartílago articular de forma temprana) o crónica (esclerosis y remodelación ósea, desmitis y tendinitis crónicas) en un punto anatómico específico, incluyendo tejidos blandos y óseos (Bell, 2009). Esta propiedad se basa en la detección de pequeños cambios en el tamaño, arquitectura y

contenido de agua de las estructuras anatómicas que indican presencia de inflamación, edema o tejido dañado (Gómez, 2010).

Aunque la RM es una herramienta de enorme valor en el diagnóstico preciso de una claudicación, su uso tiene siempre que ir precedido de un meticuloso examen clínico y pruebas diagnósticas complementarias (bloqueos anestésicos) que permitan establecer la zona exacta de dolor. La RM no está indicada cuando el origen de la cojera no se puede localizar; sin embargo, es muy útil cuando otros métodos de diagnóstico por imagen no han conseguido determinar una lesión, a pesar de los signos clínicos.

Desafortunadamente, se trata de un método que solo está disponible en un número limitado de centros hospitalarios, la técnica es cara y requiere anestesia general (Tucker, 1998), aunque ya existen en el mercado equipos en los que se puede hacer resonancias de la extremidad distal de los miembros con el caballo sedado en estación (Gómez, 2010).

2.2.5.- Tratamiento

El dolor palmar crónico se trata principalmente corrigiendo las anomalías del equilibrio del casco, facilitando el despegue y suministrando una mayor protección contra la conmoción del casco (Floyd, 2004).

Las herraduras más empleadas incluyen:

- herraduras de aluminio (brindan una mayor protección contra la conmoción, en comparación con el acero, ya que absorben mejor los impactos y son menos pesadas en la extremidad distal)
- herraduras cerradas de huevo –*egg bar shoe*- que dan más soporte para el talón y evita que la parte del caudal del casco se hunda en suelo blando, consiguiendo un efecto de elevar los talones

Las herraduras con barra de huevo pueden rellenarse con un material plantar flexible (polímeros) para incrementar el área de superficie de descarga de peso.

También es posible emplear medicamentos antiinflamatorios y agentes vasodilatadores periféricos, pero por lo general son secundarios al herrado correctivo en el tratamiento de este tipo de cojera (Schoonover, 2005).

La inflamación se reduce con la administración sistémica de fenilbutazona, durante 30 días (Erkert, 2005). La AIFD también puede medicarse con triamcinolona y ácido hialurónico (AH) (Denoix, 2003). Los medicamentos intraarticulares, como los coricoesteroides, abordan procesos degenerativos de la AIFD en forma directa, y también se difunden a las estructuras naviculares (Dabareiner, 2003; Pauwels, 2008; Boyce, 2010). El tratamiento con AH o los glucosaminoglicanos polisulfatados (PSGAG) por lo general es continuado por las vías intramuscular o intravenosa.

El hidroclorhidrato de isoxsuprina también se ha utilizado para el tratamiento de la enfermedad navicular. Este consiste en un agente vasodilatador periférico que, según se ha demostrado, alivia la cojera (Turner, 1989; Lizarraga, 2004). El fármaco también puede contar con propiedades antiinflamatorias y reológicas que contribuyen a su efectividad. El tratamiento se sigue inicialmente 6 semanas, y si no se observa efectos, se discontinua su aplicación. En caso de evidenciarse una reacción favorable, puede continuarse con una única dosis diaria. El agente se administra oralmente.

Existen dos opciones quirúrgicas para el abordaje de dicho síndrome y para el dolor del talón palmar: la neurectomía digital palmar y la desmotomía del suspensorio del navicular (MacGregor, 1989). El segundo procedimiento se indica en caballos que no evidencian una respuesta favorable a la medicación y al herrado durante un mínimo de 20-30 semanas. Esta técnica implica el corte transversal de los ligamentos cerca de su origen en el aspecto abaxial distal de la falange proximal, en el nivel de la articulación interfalángica proximal. Los resultados pueden deberse a una menor carga mecánica del hueso navicular asociada con un ligero desplazamiento de su posición relativa al TDFP (Hinchcliff, 2007).

La neurectomía es la última opción de tratamiento. Las complicaciones previstas en el 30% de los caballos tratados mediante este procedimiento comprenden una denervación incompleta, el nuevo crecimiento de los nervios, la formación de un neuroma, los abscesos o las lesiones no identificadas en los talones desensibilizados (Jackman, 1993).

2.3 Técnicas de inyección de la bursa podotroclear

Se han descrito 6 técnicas de inyección para acceder a la bursa podotroclear:

1. Abordaje distal palmar paralelo con la banda coronaria (DPPCB): (Scrutchfield, 1977; Stashak, 1987; Turner, 1989)

La aguja se inserta a mitad de camino entre los bulbos de los talones, inmediatamente proximal a la banda coronaria y avanzando dorsalmente en el plano sagital de la extremidad; paralelo a la banda coronaria; hasta encontrarse con una resistencia significativa.



2. Abordaje distal palmar paralelo con la suela (DPPS): (van Kruiningen, 1963; Wheat and Jones, 1981; Worthmann, 1982; Dyson and Kidd, 1993; Grant, 1996)

La aguja se inserta a mitad de camino entre los bulbos de los talones inmediatamente proximal a la banda coronaria y se avanza dorsalmente en el plano sagital de la extremidad; paralelo a la suela; hasta encontrarse con una resistencia significativa



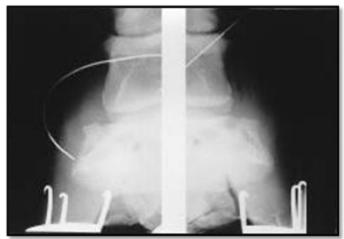
3. Abordaje proximal palmar (PP30): (Bishop, 1960)

La aguja se inserta en la depresión de los talones y se avanza dorsalmente en el plano sagital del casco, en un ángulo de 30º respecto al horizontal, hasta encontrar una resistencia significativa.



4. Abordaje lateral (L45): (Van Kruiningen, 1963; Dietz, 1984; Turner, 1989; Grant, 1996)

La aguja se inserta justo proximal al cartílago de la tercera falange, entre el borde lateropalmar de la segunda falange y el borde lateral del tendón flexor digital profundo y se avanza dorsalmente en un ángulo de 45º horizontal en el plano frontal de la extremidad, hasta encontrar una resistencia significativa.



5. Abordaje distal palmar a la 'posición del navicular' (DPNP): (Verschooten, 1991)

Se definió la 'posición del navicular' como un punto en la pared lateral del casco, 1 cm distal a la banda coronaria, y a mitad de camino entre la cara más palmar y más dorsal de la banda coronaria (Verschooten, 1991; Butler, 1993).

La aguja se inserta a mitad de camino de los bulbos de los talones, y se avanza en el plano sagital hacia el punto hacia el punto de la bisectriz del plano sagital y del eje largo del hueso navicular, hasta encontrar una resistencia significativa.



El eje largo del navicular se asumió como una línea de conexión entre los 'puntos del navicular' y la pared lateral y medial del casco.

6. Abordaje distal palmar a la 'posición del navicular' con control ecográfico (mediante ecografía): (Spriet, 2010)

A través de una ventana acústica en la ranilla, se puede llevar a cabo el abordaje distal palmar a la 'posición del navicular' mediante un control del trayecto y posición en el momento de la inyección en la bolsa podotroclear.

En un estudio (Shcrämme, 1999) comparó las 5 técnicas de inyección en la BP en las que no se utiliza la ecografía. Se llevó a cabo por 5 operadores inexpertos, cada uno de los operadores realizó cada uno de los abordajes en 5 extremidades anteriores de cadáveres. Se aplicaron marcas radiopacas en la pared del casco y en la banda coronaria. Después de cada inyección, se tomaron radiografías para confirmar la correcta posición de la aguja. Una vez la aguja estuvo insertada de acuerdo con la técnica correspondiente, se inyectaron 3 ml de medio de contraste y se tomó otra radiografía. Los resultados fueron que con la técnica DPPCB se obtuvo un 16 % de éxito, con la DPPS un 32%, con la PP30 un 32%, con la L45 un 40% y con la DPNP un 92% de acierto. El abordaje DPNP fue superior al resto de técnicas evaluadas, ya que fue la que tuvo menos errores. El uso de los puntos de referencia (posición del navicular) en dicha técnica, permitieron un alto grado de precisión y exactitud en el momento de la inyección.

En otro estudio (Piccot-Crecollet, 2004) un operador experto comparó las técnicas DPPS y DPNP. Además se evaluó la necesidad de confirmar el sitio de la

inyección mediante un control radiográfico. Se realizó con 17 caballos. Las dos técnicas se realizaron una en cada extremidad del animal vivo. Se injectó medio de contraste en la BP de todos los caballos. Se realizó también bursografía en todas las extremidades. En 6 de ellos, se les injectó tinta azul y posteriormente fueron eutanasiados. Las inyecciones en la BP fueron confirmadas mediante radiografía y en exámenes post-mortem. Los resultados fueron que usando la DPPS se acertó en 6 de 16, mientras que en la DPNP, se obtuvo un 82%, con 14 aciertos de 17. En los casos en los que no se obtuvo éxito, el medio de contraste o la tinta, se encontraron o en la articulación interfalangiana distal o en el área palmar del TDFT, o en la BP y en cualquiera de estas localizaciones conjuntamente. Es decir, en estos trabajos, se considera que la técnica ha sido un acierto cuando el material injectado está única y exclusivamente depositado en la BP. Después de la inyección con tinte azul, el examen post-mortem confirmó la comprobación radiológica, excepto en un caso, en el que el tinte se encontraba en la BP y en la AIFD. La DPNP fue significativamente la mejor técnica tanto en los estudios *ex vivo* como *in vivo*. Se concluyó que en caballos en estación, dicha técnica era el abordaje más eficiente y más seguro en caballos en estación.

La sexta técnica descrita utiliza la ecografía para monitorizar la adecuada inserción de la aguja (Spriet, 2004). En este trabajo se describe la inyección en la BP mediante control ecográfico utilizando 10 animales *in vivo*. La técnica empleada es similar a la técnica DPNP pero con control ecográfico durante la punción. Las inyecciones fueron llevadas a cabo por 2 operadores expertos. Inyectaron medio de contraste en las 20 extremidades y fueron visualizadas todas mediante ecografía. Además se tomó una proyección lateromedial inmediatamente después de la inyección. Cuando el medio de contraste se encontraba en la BP y no en otra localización, la inyección se dio por válida. El material de contraste no se observó ni en AIFD ni en el receso distal de la vaina digital. Sus resultados muestran que el control ecográfico permitió un 100% de éxito para el acceso a BP. En los siguientes 10 días, no se observó ningún tipo de cojera ni ninguna otra complicación. Los autores concluyen que este método ecoguiado es más eficiente, y que permite la confirmación y la redirección de la aguja antes de la inyección.

3.-MATERIAL Y MÉTODOS

3.1.- Material biológico:

El estudio se llevó a cabo con 42 extremidades anteriores de caballo procedentes del matadero de Zaragoza, amputadas inmediatamente después del aturdimiento y desangrado a nivel de la articulación radiocarpal. Se trató de escoger extremidades de caballos con morfología de razas de silla, descartando los ejemplares de marcada aptitud cárnica o de tiro. No se obtuvieron datos de la edad, ni del sexo, ni del peso ni de la existencia de algún tipo de patología sistémica ni localizada, ya que se recogían una vez el sacrificio había acabado.

Las extremidades fueron preparadas (lavadas, afeitadas...) y se congelaron en las 2 horas posteriores a su recogida en un arcón congelador a -20º C. La descongelación, antes del estudio, se realizó durante 24 horas a temperatura ambiente.

3.2.- Diseño experimental:

Para alcanzar los objetivos 1 y 2 de este Trabajo Fin de Máster se ha llevado a cabo el experimento que describiremos a continuación, pero, cronológicamente hablando, antes de desarrollar la experiencia, se realizó una fase previa, para adquirir un entrenamiento mínimo con las técnicas que se iban a utilizar

FASE PREVIA DE ENTRENAMIENTO:

Este proceso se llevó a cabo con 12 miembros que se utilizaron para el entrenamiento previo de las dos técnicas que se iban a comparar en la fase posterior: 6 extremidades para el abordaje distopalmar a la posición del navicular (DPNP) y otras 6 para la técnica ecoguiada (ECO).

Durante esta fase, para poder valorar dónde se realiza la inyección se inyectó colorante cristal violeta (2 ml), para poder comprobar, mediante disección, el lugar exacto al que había llegado el producto. Además, en 2 extremidades, en vez de tinta, se utilizó el mismo volumen de medio de contraste iónico (Optiray 320 Ioversol) y la valoración no se hizo mediante disección, si no mediante radiografía (proyección lateromedial), empleando para ello el equipamiento de radiología digital del HV-UZ y realizando el disparo (70 kV, 5 mAs, 80 cm de distancia focal) después de inyectar el producto pero antes de retirar la aguja. Este control radiológico antes de retirar la aguja se empleó en varias extremidades de esta fase de entrenamiento, para obtener una imagen que documentara la dirección que habían seguido las agujas durante esta fase de aprendizaje.

Tras esta fase de entrenamiento, para alcanzar los objetivos 1 y 2 (1: Conocer la eficacia de la técnica DPNP y de inyección ecoguiada para la bursocentesis de la bursa podotroclear del caballo y 2: Conocer los errores más frecuentes en la bursocentesis de la bursa podotroclear con cada una de los dos abordajes estudiados) se llevó a cabo el siguiente experimento:

EXPERIMENTO DE EVALUACIÓN:

Estudio prospectivo para la comparación de la eficacia de 2 técnicas de inyección de la BP ex vivo.

Todas las punciones se realizaron por la misma persona, un operador que se podría considerar relativamente inexperto y poco familiarizado con estas técnicas antes de la realización del estudio.

Se utilizaron 30 extremidades se dividieron aleatoriamente en 2 grupos:

- **GRUPO DPNP:** 15 extremidades en las que se efectuó la bursocentesis de la BP empleando el abordaje distal palmar a la posición del navicular (DPNP) (Verschooten, 1990).
- **GRUPO ECO:** 15 extremidades en las que se llevó a cabo la bursocentesis de la BP utilizando la técnica de inyección ecoguiada (Spriet, 2004).

Para poder valorar el acierto o error en la técnica durante este experimento de evaluación se inyectó, al igual que en el periodo de entrenamiento, colorante cristal violeta (2 ml), para poder comprobar, mediante disección, el lugar exacto al que había llegado el producto.

Se consideró que una inoculación había sido un ACIERTO cuando el colorante se consiguió depositar en el interior de la BP y no estaba presente en otras localizaciones. Es decir, si el inóculo no estaba en la BP o además de en la BP estaba en otras localizaciones (AIFD; junto al TFPD...) el intento se consideró ERROR.

En aquellos casos en los que la inoculación no fue acertada se anotó en qué localización/es se había depositado el colorante.

En cada inoculación se anotó el número de veces que se redirigió la aguja hasta que el operador consideró que estaba adecuadamente colocada. Se consideró un nuevo intento, cada vez que la aguja se retiraba y se reintroducía más de la mitad de su longitud.

Objetivo 3: Evaluar el grado de acierto de un operador relativamente inexperto con cada uno de los métodos estudiados, después del periodo de entrenamiento concreto.

Para garantizar que las habilidades manuales del operador se iban adquiriendo simultáneamente para ambas técnicas estudiadas, en ambas fases (en esta de entrenamiento y en el posterior experimento de evaluación) se fueron realizando las diferentes inoculaciones alternando sistemáticamente una inyección con la técnica DPNP con otra con la técnica ECO. Las extremidades empleadas se identificaron con una numeración correlativa correspondiente al orden en el que se habían realizado en cada uno de los grupos.

Para evaluar el grado de éxito con cada uno de los métodos estudiados, además de determinar el número de aciertos y errores en cada técnica y cuantificar el % de éxito, se compararon los resultados obtenidos en este trabajo, con los mostrados por otros experimentos similares publicados por diversos autores (Schramme, 1999; Piccot-Crézollet, 2004; Spriet, 2004).

3.3.-Técnica de inyección DPNP

Para la técnica DPNP se utilizó la metodología descrita previamente por (Verschooten, 1990). En este método para identificar la posición del navicular se señalan dos puntos en la pared del casco, uno a cada lado del casco, localizados en la mitad de la banda coronaria y 1 cm distal a la misma. Se asume que el eje largo del hueso navicular corresponde a una línea imaginaria entre estos dos puntos de la posición del navicular en los aspectos lateral y medial de la pared del casco. Una vez que se han marcado esos dos puntos, la extremidad se coloca en una cuña de metacrilato inclinada en 60° y es firmemente sujetada por un ayudante. La aguja se introduce en un punto equidistante entre los bulbos de los talones, inmediatamente (4mm) proximal a la banda coronaria, y avanzando en un plano sagital hacia el punto que representa la intersección del plano sagital y el eje largo del hueso navicular, hasta encontrar una resistencia significativa.

Para la inyección se utilizó una aguja espinal con fiador de 8,9 cm y 20 G de diámetro.

3.4.-Técnica de inyección ecoguiada

Para el abordaje palmarodistal ecoguiado, se siguió el método descrito por Spriet en 2004. La extremidad es sujetada por un ayudante en flexión. Se utiliza una aguja espinal con fiador de 8,9 cm y 20 G de diámetro que se dirige hacia la posición del navicular de un modo similar al descrito por Verschooten, 1990, pero con la diferencia de que en esta técnica no se marcan los puntos de referencia y la aguja se dirige hacia el hueso navicular bajo control ecográfico.

Este abordaje requirió una preparación previa del casco a fin de obtener un buen contacto de la sonda ecográfica con la superficie externa de la ranilla. Dicha preparación consistió en rebajar suavemente la epidermis de la ranilla con una legra después de introducir el casco en agua durante al menos 15 minutos antes de la exploración, para hidratar la ranilla y que el legrado fuese menos laborioso (Figura 9).



Figura 9. Preparación de la superficie externa de la ranilla

El rebajado de la ranilla tiene por objeto conseguir una superficie de apoyo relativamente plana para garantizar un contacto adecuado de la sonda, evitando la presencia de aire, para lo cual, además, se utilizó abundante gel de ecografía y un pad de silicona para sondas ecográficas lineales.

El control ecográfico se efectuó con un equipo modelo HDI-3500 de la marca ATL y la sonda lineal L12-5 de 10 MHz, siguiendo el abordaje transcuneano sagital descrito previamente por Busoni en 1998, lo cual permitió visualizar la punta de la aguja como una línea hiperecógena. Para conseguir una localización adecuada se trató de dirigir la aguja hacia la superficie flexora del hueso navicular y si la dirección no era adecuada se redirigía la aguja bajo control ecográfico (Figura 10).

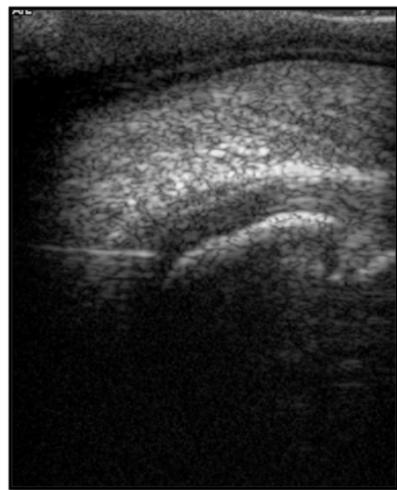


Figura 10. Corte ecográfico sagital utilizando el abordaje transcuneano. Línea hiperecogénica correspondiente al trayecto de la aguja en el momento de la inyección.

3.5.- Análisis estadístico

Para valorar el grado de acierto de ambas técnicas se aplicó el test estadístico de Fisher, considerando como estadísticamente significativos aquellos valores de significación exacta (bilateral) menores de 0,005.

Para analizar el número de intentos necesarios con cada técnica una prueba de Razón de verosimilitudes, considerando como estadísticamente significativos aquellos valores de significación asintótica (bilateral) menores de 0,005.

Para valorar si existen diferencias significativas entre nuestro porcentaje de acierto con cada una de las técnicas y los resultados obtenidos por otros autores, se utilizaron la prueba de Razón de verosimilitudes, considerando como estadísticamente significativos aquellos valores de significación asintótica (bilateral) menores de 0,005 y el test estadístico de Fisher, considerando como estadísticamente significativos aquellos valores de significación exacta (bilateral) menores de 0,005.

Estos análisis se llevaron a cabo a partir de unas tablas de contingencia realizadas con el programa SPSS para Windows, con licencia para la Universidad de Zaragoza.

4. RESULTADOS:

Los resultados completos se muestran en la Tabla 1.

Grupo	Nº orden pata	Nº intentos	ACIERTO	Tipo de error
DPNP	1 _{DPNP}	1	SI	-
DPNP	2 _{DPNP}	1	SI	-
DPNP	3 _{DPNP}	1	NO	AIFD y BP
DPNP	4 _{DPNP}	3	SI	-
DPNP	5 _{DPNP}	1	SI	-
DPNP	6 _{DPNP}	1	NO	AIFD y BP
DPNP	7 _{DPNP}	1	SI	-
DPNP	8 _{DPNP}	2	SI	-
DPNP	9 _{DPNP}	1	SI	-
DPNP	10 _{DPNP}	1	NO	AIFD y BP
DPNP	11 _{DPNP}	1	SI	-
DPNP	12 _{DPNP}	3	SI	-
DPNP	13 _{DPNP}	1	NO	AIFD
DPNP	14 _{DPNP}	1	SI	-
DPNP	15 _{DPNP}	2	SI	-
ECO	1 _{ECO}	1	SI	-
ECO	2 _{ECO}	1	SI	-
ECO	3 _{ECO}	2	SI	-
ECO	4 _{ECO}	1	SI	-
ECO	5 _{ECO}	1	SI	-
ECO	6 _{ECO}	1	SI	-
ECO	7 _{ECO}	3	SI	-
ECO	8 _{ECO}	1	SI	-
ECO	9 _{ECO}	1	SI	-
ECO	10 _{ECO}	2	NO	AIFD y BP
ECO	11 _{ECO}	1	SI	-
ECO	12 _{ECO}	1	SI	-
ECO	13 _{ECO}	1	SI	-
ECO	14 _{ECO}	2	SI	-
ECO	15 _{ECO}	1	NO	AIFD y BP

Tabla 1: Resultados de las 30 extremidades estudiadas en los 2 grupos, mostrando: número de intentos, calidad (acierto o no) de la inoculación y, en caso de error, lugar en el que se ha depositado el colorante.

Objetivo 1: Conocer la eficacia de la técnica DPNP y de inyección ecoguiada para la bursocentesis de la bursa podotroclear del caballo

En el grupo DPNP, 11 de 15 extremidades fueron inyectadas en el primer intento. En dos ocasiones fueron necesarios 2 intentos, y otras dos extremidades la reposición de la aguja fue precisa 3 intentos. En el grupo ECO, la aguja se introdujo en un primer intento también en 11 de 15 extremidades; pero en tres ocasiones se precisó 2 intentos y en una extremidad la aguja se redirigió 3 veces. La media de intentos para el grupo DPNP fue de 1,4 (rango de 1 a 3) y de 1,33 para el grupo eco (rango de 1 a 3). Aplicando la prueba de Razón de verosimilitudes estas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Se consiguió inyectar adecuadamente la BP en 11 extremidades de las 15 (73,3%) del grupo DPNP y en 13 de los 15 (86,7%) miembros del grupo ECO (Figura xx). Pese a la diferencia en % de éxito entre ambas técnicas, en las condiciones de estudio no hay diferencias significativas, como lo demuestran los valores del test estadístico de Fisher con el que se obtiene un valor de significación exacta (bilateral) de 0.651. (Figura 11)

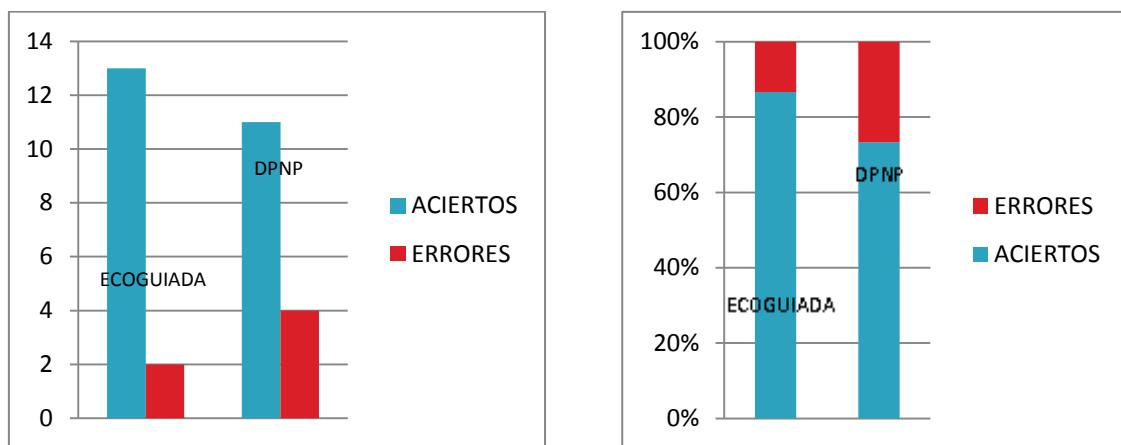


Figura 11:

Objetivo 2: Conocer los errores más frecuentes en la bursocentesis de la bursa podotroclear con cada una de los dos abordajes estudiados.

De los 6 errores registrados ambas técnicas 4 se produjeron con la técnica DPNP (66,66%) y 2 (33,33%) con en el grupo ECO. El error más habitual (5 de los 6 errores, 83,3%) en ambos grupos fue encontrar el colorante en la AIFD y en la BP simultáneamente (Figura xxx). En el grupo DPNP se encontró un caso en el que el colorante estaba depositado sólo en la AIFD (Figura xxx).

Todas las extremidades fueron inyectadas con producto. El resultado de la comprobación del lugar exacto al que había llegado el producto, mediante disección, fue que en el grupo DPNP, se encontró el tinte en la articulación interfalangiana distal y en la BP en 4 extremidades, concretamente en los números: 3, 6, 10 y 13. Mientras que en el grupo ECO, fueron los números 10 y 15, donde el tinte se encontró en ambas localizaciones.

Objetivo 3: Evaluar el grado de acierto de un operador inexperto con cada uno de los métodos estudiados, después de un periodo de entrenamiento concreto.

Durante el periodo de entrenamiento se practicaron las diferentes habilidades manuales y sensaciones que el operador ha de experimentar durante la realización de estas técnicas.

Utilizando la técnica DPNP se efectuaron las medidas previas sobre el casco descritas por Verschooten en 1990, constatando que se trata de unas determinaciones sencillas de obtener. Las 6 extremidades realizadas con este método permitieron reconocer sin dificultad el momento en el que la aguja contacta con hueso navicular. Sin embargo, proporcionar a la aguja la dirección adecuada fue un proceso más laborioso. Para adquirir esta habilidad contribuyó de manera destacada el hecho de disponer de radiografías que mostraban la dirección de la aguja en los intentos previos.

Los 6 miembros utilizados para familiarizarse con la técnica ecoguiada fueron suficientes para llegar a identificar sin problemas las diferentes estructuras anatómicas que Busoni en 1998 describió que debían reconocerse en el abordaje ecográfico transcuneano. En la primera extremidad fue costoso acostumbrarse a mantener la aguja y la sonda ecográfica en el mismo plano, para que los ultrasonidos detectaran adecuadamente la dirección de la aguja, pero se consiguió identificar claramente el trayecto de la aguja en las 6 extremidades de la técnica ecoguiada que describió Spriet en 2004. Sin embargo, en algunos de los intentos de este entrenamiento no se consiguió ver claramente la distensión de la BP al inyectar el colorante, que también describió en su artículo el mismo autor. En estas extremidades se detectó, que el reposicionamiento de la aguja en la técnica ecográfica daba lugar a una línea ecogénica generada por el trayecto de la aguja en la inyección previa (seguramente porque el mismo se llenaba de aire) lo que puede dificultar el proceso y confundir este artefacto con la verdadera imagen de la aguja en la nueva posición (Figura 12).



Figura 12. La flecha señala el trayecto de la aguja una vez retirada

En la Tabla 2 se muestran los aciertos sobre el total de extremidades inyectadas obtenidos en este trabajo para cada técnica (indicando el éxito en %) y se comparan con los resultados obtenidos en experimentos similares, indicando si se han realizado *in vivo* o *ex vivo* y el grado de competencia de los operadores que los realizaron.

TECNICA	REFERENCIA	EXPERTO	INEXPERTO	IN VIVO	EX VIVO	ACIERTOS /TOTAL	% ACIERTOS
DPNP	Datos propios		SI		X	11/15	73.3%
DPNP	Schramme, 1999		SI		X	23/25	92.0%
DPNP	Piccot-Crézollet, 2004	SI		X		14/17	82.4%
ECO	Datos propios		SI		X	13/15	86.7%
ECO	Spriet, 2004	SI			X	20/20	100%

Nuestro porcentaje de acierto en la técnica de DPNP (73.3%) es inferior a los resultados obtenidos por operadores inexpertos con extremidades *ex vivo* (92%) (Schramme, 1999) y por operadores expertos con extremidades *in vivo* (82.4%). Sin embargo, aplicando la prueba de razón de verosimilitudes, ninguna de estas diferencias es estadísticamente significativa, ya que la significancia asintótica (bilateral) es de 0,280 (> 0,005).

Nuestro porcentaje de acierto en la técnica ecoguiada (86.7%) es inferior al resultado obtenido por operadores expertos con extremidades *in vivo* (100%). Sin embargo, aplicando el test exacto de Fischer, esta diferencia, con un número tan bajo de extremidades, no es estadísticamente significativa, ya que la significancia exacta (bilateral) es de 0,176 (> 0,005).

5.-DISCUSIÓN:

Algunos estudios (Pleasant, 1997 y Schumacher, 2003) han investigado la especificidad de varias técnicas de anestesia diagnósticas del dedo en caballos. La anestesia de la BP es una prueba diagnóstica bastante específica del síndrome podotroclear (Denoix, 1992). No obstante la anestesia de la BP también puede eliminar el dolor que proviene del área solar del casco (Turner, 1989) e incluso de la AIFD y, además, la BP puede ser anestesiada a través de una inyección de anestésico local en la AIFD (Pleasant, 1997). Por otro lado, la anestesia diagnóstica de la BP es la única técnica que no desensibiliza el área solar del casco y también permite un diagnóstico preciso del dolor en la zona de los talones (Schumacher, 2001).

Existen trabajos *ex vivo* que comparan las técnicas convencionales de bursocentesis de la BP sin el apoyo de la ecografía y concluyen que la técnica DPNP es la más eficaz de todas las evaluadas (Schramme, 1999). Otro trabajo confirma que la utilidad de dicha técnica cuando se aplica *in vivo* (Piccot-Crézollet, 2004). Otro estudio (Spriet, 2004) describe una nueva técnica ecoguiada para infiltrar la BP, pero en nuestro conocimiento no hay ningún trabajo que compare el uso de ambas técnicas (DPNP y ecoguiada) ni *in vivo*, ni *ex vivo*.

En las condiciones de nuestro estudio, la técnica ecoguiada parece tener más éxito que la técnica DPNP (86,7% y 73,3% respectivamente), pese a que las diferencias no son estadísticamente significativas. Esta falta de significación estadística puede deberse al bajo número de extremidades incluidas en cada grupo de nuestro estudio, aunque en trabajos otros trabajos similares el número total de la muestra estudiada oscila entre los 17 y 25 individuos. En cualquier caso, es razonable que la técnica ecoguiada tenga un mayor % de aciertos que DPNP, ya que, aunque ambas técnicas utilizan un abordaje muy similar, en el método inyección se realiza una monitorización ecográfica en tiempo real de la dirección con la que se está introduciendo la aguja (Spriet, 2004).

Hay que tener en cuenta que nuestro estudio se ha llevado a cabo *ex vivo*, pero que *in vivo*, estos resultados podrían ser diferentes, ya que ambas técnicas han de efectuarse en condiciones asépticas (Piccot-Crézollet, 2004), lo cual puede ser especialmente difícil en la técnica ecoguiada en la que el gel de ecografía y la sonda ecográfica han de situarse muy próximos al lugar de inyección (Spriet, 2004). Además en la técnica ecoguiada hay que rebajar la ranilla para garantizar un buen contacto de la sonda ecográfica. En nuestro estudio, por ser extremidades de cadáveres, se pudo legrar la ranilla de manera generosa, aunque se intentó legrar lo mínimo posible para reproducir una situación real *in vivo*, en la que la cantidad de ranilla que se puede eliminar podría ser limitada. También hay que tener en cuenta que la en algunos caballos la conformación de los cascos, como por ejemplo ranillas estrechas, pueden hacer muy difícil su preparación adecuada para permitir el abordaje ecográfico transcuneano (Busoni, 2001).

Ciertos autores (Piccot-Crézollet, 2004) señalan que también la técnica DPNP *in vivo* puede plantear la seria limitación de que se debe de mantener la extremidad del caballo sobre una cuña con una inclinación de 60°, lo cual puede ser complicado en algunos caballos poco dóciles, pese a la utilización de métodos de contención como tranquilizantes no analgésicos (acepromacina) o empleando el torcedor.

En cualquiera de las dos técnicas, el hecho de que la extremidad esté en flexión ayuda a que las técnicas se realicen con éxito, esto puede ser debido a varias causas. Por un lado esta posición permite relajar el TFPD, lo cual contribuye a abrir el espacio podotroclear facilitando la inyección (Dabareiner, 2001). Esta postura también permite una posición más vertical en la superficie flexora del hueso navicular, lo cual permite alcanzar el hueso de manera más sencilla cuando se está introduciendo la aguja. Por último, el dedo flexionado aumenta la distancia entre el lugar de punción y el suelo, por lo que la inserción de la aguja es más fácil y limpia (Piccot-Crézollet, 2004).

En las condiciones de nuestro trabajo la causa de error más frecuente ha sido encontrar el colorante en la AIFD y en la BP conjuntamente. La presencia del colorante en la AIFD y en la BP a la vez puede deberse a una inyección errónea dentro de la AIFD y que el colorante se haya extendido hacia la BP. Esta posibilidad ha sido descrita en varios estudios (Dyson, 1991; Bowker, 1993; Keegan, 1996; Gough, 2002). La posibilidad contraria, es decir, que el colorante depositado en la BP llegue hasta la AIFD, es mucho menos probable ya que, como muestran los trabajos anteriormente citados, la velocidad de difusión de AIFD a BF puede llegar a ser 4 veces superior que en la dirección contraria, incluso en extremidades de cadáver.

En uno de los casos, realizando la técnica DPNP, el colorante sólo se pudo encontrar en AIFD, pero no en la BP. Este hallazgo también se ha encontrado en los ensayos de Schramme en 1999 y Piccot-Crézollet en 2004. La causa de este fenómeno podría deberse a que la aguja penetrase en AIFD en una posición muy craneal, aunque teniendo en cuenta el abordaje palmar utilizado, esta posibilidad altamente improbable. Otra explicación, es que el ese animal tuviese algún tipo de alteración anatómica o patológica entre la BP y el TDFT, aunque no se realizaron más estudios en esa extremidad para comprobar si eso era cierto. Una tercera opción, es que el colorante no tuvo tiempo de pasar de AIFD a BP desde que se inoculó hasta que se realizó la disección de la misma. En este sentido, en un estudio (Gough, 2002), se observó que el colorante empleado había difundido de AIFD a BP tomando la muestra 15 minutos después de la inoculación, por lo que en este estudio no se establece el tiempo mínimo para que se establezca el paso entre ambas estructuras. Aunque en nuestro trabajo no se registró el tiempo exacto entre la inoculación y la disección, es muy probable que fuera bastante inferior a 15 minutos.

En otro de los casos de error con la técnica de DPNP el colorante se encontró en la AIFD y sólo en la parte lateral de la BP (Figura 13). Cualquiera de las tres hipótesis expuestas para el hallazgo anterior podría justificar esta incidencia.

En nuestro estudio, no se detectaron otro tipo de inoculaciones erróneas que sí que se han visto en otros trabajos que utilizan la técnica DPNP, como son la presencia de colorante en la cara palmar del TDFT (Piccot-Crézollet, 2004), o los errores descritos con otras técnicas para la bursocentesis de la BP (Schramme, 1999), como la vaina sinovial digital o la almohadilla digital.

Nuestro tasa de éxito es inferior a los resultados obtenidos en otros trabajos llevados a cabo tanto por operadores inexpertos para la técnica DPNP (Schramme, 1999) como por operadores experimentados con la técnica ecoguiada (Spriet, 2004), pese a que estas diferencias fueran estadísticamente significativas. De nuevo, esta falta de significación estadística puede deberse al reducido tamaño de nuestros grupos

de extremidades. No obstante, el dato más llamativo es la diferencia observada con Spriet en 2004 en el que para con la técnica ecoguiada alcanza el 100% de éxito frente a nuestro 86,7%. Aunque es cierto que en el trabajo de Spriet, la técnica la realiza un operador experto y en el nuestro uno inexperto, la diferencia es, a nuestro juicio, demasiado abultada para tratarse de una técnica en la que hay un control visual permanente en la introducción de la aguja. Tal vez, la explicación resida en que las técnicas son lo suficientemente complejas como para que no sea habitual un 100% de éxito, salvo en el caso de personas muy entrenadas o especialmente habilidosas.



Figura 13. Localización del colorante en AIFD y parte lateral de BP.

Otra posible explicación de nuestro resultado, es que durante la fase de aprendizaje no se llegó a observar con claridad en todas las extremidades la distensión de la BP tras la inoculación. Si esto se confirmara significaría que, o bien que el periodo de entrenamiento no fue suficiente, o bien que la curva de aprendizaje para la técnica ecoguiada puede ser larga y compleja.

El hecho que en otros trabajos se evalúe a operadores inexpertos (Schramme, 1999), demuestra la gran importancia que tiene esta competencia para el clínico equino, así como la necesidad de que las técnicas propuestas puedan ser fácilmente realizadas incluso por personal poco adiestrado. No obstante es preciso hacer hincapié, en que en nuestro estudio, nos hemos definido como operador “inexperto” pese a haber realizado un período de entrenamiento previo con 6 extremidades para cada una de las técnicas empleadas, además de las contadas ocasiones en las que pudimos practicar esta técnica durante nuestra formación de grado y postgrado (concretamente, en tres ocasiones). En el citado trabajo de Schramme no se precisa exactamente qué es lo que consideran como un operador “inexperto”, ni detallan cual es su grado de familiaridad con estas técnicas.

Pese a que existen numerosos trabajos sobre el aprendizaje de competencias y habilidades técnicas en veterinaria (Tinga, 2001; Degernes, 2006; Kneebone, 2008; Tomlin, 2008; Kidney, 2009; Baillie, 2010; May, 2010; Fletcher, 2012) es difícil encontrar estudios que tengan por objetivo determinar el nivel adecuado de entrenamiento para técnicas clínicas concretas. En cualquier caso, en nuestra opinión, esta sería una línea de trabajo interesante para diseñar los programas formativos en el entorno de aprendizaje por competencias del Espacio Europeo de Educación Superior.

6.- CONCLUSIONES:

1.- En las condiciones de nuestro estudio, la técnica de inyección ecoguiada de la bolsa podotroclear ha mostrado un mayor número de incoculaciones correctas que la técnica de abordaje distopalmar a la posición del navicular, aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa.

2.- En las condiciones de nuestro estudio, el error más frecuente en la bursocentesis de la bolsa podotroclear fue la inyección en la articulación interfalangiana distal.

3.- El proceso de aprendizaje de estas técnicas de bursocentesis es complejo y se necesita un número elevado de entrenamientos para conseguir un nivel de destreza razonable, asumiendo que conseguir un 100% de éxito en el nivel de competencia puede ser un objetivo difícil de alcanzar.

7.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. Ackerman N, Johnson JH, Dorn CR. (1977). Navicular disease in the horse: Risk factors, radiographic changes and response to therapy. *J Am Vet Med Assoc.* 170:183-187.
2. Adams OR. (1974) Lameness in horses. 3rd ed. Lea & Febiger. Philadelphia
3. Baillie, S., Pierce, S.E. y May, S.A. (2010). Fostering Integrated Learning and Clinical Professionalism using Contextualized Simulation in a Small-Group Role-Play. *Journal of veterinary medical education.* 37 (3), pp. 248-253.
4. Balch O, White KK, Butler D. (1991). Factors involved in the balancing of equine hooves. *J Am Vet Med Assoc;* 198(7):1980-1989.
5. Bell, C.D., Howard, R.D., Taylor, D.S., Voss, E.D. y Werpy, N.M. (2009). Outcomes of Podotrochlear (Navicular) Bursa Injections for Signs of Foot Pain in Horses Evaluated Via Magnetic Resonance Imaging: 23 Cases (2005-2007). *Journal of the American Veterinary Medical Association.* 234 (7), pp. 920-925.
6. Bowker, RM, Linder K, Van Wulffen KK, Sonea IM. (1997). Anatomy of the Distal Interphalangeal Joint of the Mature Horse: Relationships with Navicular Suspensory Ligaments, Sensory Nerves and Neurovascular Bundle. *Equine veterinary journal.* 29 (2), pp. 126-135.
7. Bowker, RM. (1994). A silver impregnation and immunocytochemical study of innervation of the distal sesamoid bone and its suspensory ligaments in the horse. *Equine Vet J.* 26:212-219.
8. Boyce M, Malone ED, Anderson LB, Park S, Godden SM, Jenner F y Trumble, TN (2010). Evaluation of Diffusion of Triamcinolone Acetonide from the Distal Interphalangeal Joint into the Navicular Bursa in Horses. *American Journal of Veterinary Research.* 71 (2), pp. 169-175.
9. Busoni V, Denoix JM. (1998) Ultrasonographic examination of the podotrochlear in the horse using a transcuneal approach. *Proceedings of the EAVDI 5th Annual Conference.* p 39.
10. Busoni, V, Denoix. JM. (2001). Ultrasonography of the podotrochlear apparatus in the horse using a transcuneal approach: technique and reference images. *Veterinary Radiology & Ultrasound.*; 42(6); 534-540.
11. Butler, JA, Colles CM, Dyson SJ, Kold, SE, Poulos, PW. (2008). *Clinical radiology of the horse.* 3rd ed. Wiley-Blackwell. Ames, Iowa, USA.
12. Calislar T, St. Claire LE. (1969). Observations on the navicular bursa and distal interphalangeal joint cavity of the horse. *J A V M A.* 154: 410-412.

13. Campbell JR, Lee R. (1972) Radiological techniques in the diagnosis of navicular disease. *Equine Vet J.* 4:135-138.
14. Colles C. (1982). Navicular disease and its treatment. *In Pract.* 4:29-36.
15. Colles CM, Hickman J. (1977). Concepts of blood flow in the etiology and treatment of navicular disease. *Equine Vet J.* 9: 15-154.
16. Colles CM. (1979) Ischaemic necrosis of the navicular bone and its treatment. *Vet Rec.* 104:133-137.
17. Crisman MV, Pleasant J. (1977). Treating navicular disease. *Vet Med.* 92: 459-469.
18. Dabareiner RM, Carter GK, Honnas CM. (2001). How to perform navicular bursa injection and indications for its use, in *Proc. 47th Annu Conv Am Assoc Equine Pract.* 18: 39-46.
19. Dabareiner, RM, Carter GK y Honnas CM. (2003). Injection of Corticosteroids, Hyaluronate, and Amikacin into the Navicular Bursa in Horses with Signs of Navicular Area Pain Unresponsive to Other Treatments: 25 Cases (1999-2002). *Journal of the American Veterinary Medical Association.* 223 (10), pp. 1469-1474.
20. Degernes LA, Osborne JA (2006). A Model for Teaching Raptor Medicine in the Veterinary Curriculum. *Journal of veterinary medical education.* 33 (3), pp. 365-372.
21. Denoix JM (2003 a). Anatomía clínica del pie equino. En: *Podología y herrado del caballo deportivo.* Editor López-Rivero, JL. Córdoba. pp 6 – 12.
22. Denoix JM (2003 b). Diagnóstico de las lesiones podotrocleares. En: *Podología y herrado del caballo deportivo.* Editor López-Rivero, JL. Córdoba. pp 50 – 55.
23. Denoix JM, Busoni V. (1998). Ultrasonography of joints and synovial. In: White NA, Moore JN. *Current techniques in equine surgery and lameness,* Philadelphia, WB Saunders. Pp 643-654.
24. Denoix JM, Crevier N, Roger B, Lebas JF. (1993) Magnetic resonance imaging of the equine foot. *Vet Radiol & Ultrasound.* 34: 405-411.
25. Denoix JM, Desbrosse F. (1994). Affections du pied. En Denoix JM ed. *Traitment medical et orthopedique des boitires.* Maisons Alfort: Unité Pédagogique Anatomie de l'Ecol National Vétérinaire d'Alfort. Février:27.
26. Denoix JM. (1996). Ultrasonographic examination in the diagnosis of joint disease. In: McIlwraith CW Trotter WB. *Joint Disease in the Horse,* 1st ed. Philadelphia, WB Saunders. Pp 165-202.

27. Denoix JM. The equine distal limb: An atlas of clinical anatomy and comparative imaging. Iowa State University Press, Ames.
28. Denoix, J.M., Thibaud, D. y Riccio, B. (2003). Tiludronate as a New Therapeutic Agent in the Treatment of Navicular Disease: A Double-Blind Placebo-Controlled Clinical Trial. *Equine veterinary journal*. 35 (4), pp. 407-413.
29. Deppe M, Deppe R, Tamayo R. (1994). Algunas características de la enfermedad navicular (EN) en caballos chilenos atendidos en el Hospital Veterinario de la Universidad Austral de Chile. *Arch Med Vet*. 26: 29-34.
30. Dyson S, Murray R. (2007). Magnetic resonance imaging evaluation of 264 horses with foot pain: the podotrochlear apparatus, deep digital flexor tendon and collateral ligaments of the distal interphalangeal joint. *Equine Vet J*. 39(4):340-3.
31. Dyson S, Murray R. (2007). Verification of Scintigraphic Imaging for Injury Diagnosis in 264 Horses with Foot Pain. *Equine veterinary journal*. 39 (4), pp. 350-355.
32. Dyson S. (1986) Problems associated with the interpretation of the results of regional and intra-articular anaesthesia in the horse. *Vet Rec*. Apr 12; 118(15):419-22.
33. Dyson S. (1995) Comparaison of responses to analgesia of the navicular bursa and intra-articular analgesia of the distal interphalangeal joint in 102 horses, in Proc. 40th Annu Conv Am Assoc Equine Practnr. 41: 234-239.
34. Dyson SJ, Kidd L. (1993). A Comparison of Responses to Analgesia of the Navicular Bursa and Intra-Articular Analgesia of the Distal Interphalangeal Joint in 59 Horses. *Equine veterinary journal*. 25 (2), pp. 93-98.
35. Dyson SJ, Murray R, Schramme MC. (2005). *Equine Vet J*. Mar; 37(2):113-21. Lameness associated with foot pain: results of magnetic resonance imaging in 199 horses (January 2001--December 2003) and response to treatment.
36. Dyson SJ. (2002). Subjective and Quantitative Scintigraphic Assessment of the Equine Foot and its Relationship with Foot Pain. *Equine veterinary journal*. 34 (2), pp. 164-170.
37. Erkert RS, MacAllister CG, Payton ME, Clarke CR. (2005). Use of Force Plate Analysis to Compare the Analgesic Effects of Intravenous Administration of Phenylbutazone and Flunixin Meglumine in Horses with Navicular Syndrome. *American Journal of Veterinary Research*. 66 (2), pp. 284-288.
38. Floyd AE, Mansmann RA. (2007) Equine podiatry. ed. Saunders Elsevier.; 131-134.

39. Gabriel A, Caudron I, Sereteyn D, Collin B. (1994). Syndrome naviculaire: anatomie, etio.pathogénie, diagnostic et traitement. Ann Med Vet. 138: 309-330.
40. Gibson KT, McIlwraith CW, Park RD. (1990). A radiographic study of the distal interphalangeal joint and navicular bursa of the horse. Vet Radiol:22-25.
41. Gibson KT, Stashak TS. (1990). The steps in diagnosing navicular syndrome. Vet Med. 84: 168-176.
42. Gough, M.R., Mayhew, G. y Munroe, G.A. (2002). Diffusion of Mepivacaine between Adjacent Synovial Structures in the Horse. Part 1: Forelimb Foot and Carpus. Equine veterinary journal. 34 (1), pp. 80-84.
43. Harper J, Schumacher J, Degraves F, Schramme M, Schumacher J. (2007). Effects of Analgesia of the Digital Flexor Tendon Sheath on Pain Originating in the Sole, Distal Interphalangeal Joint Or Navicular Bursa of Horses. Equine veterinary journal. 39 (6), pp. 535-539.
44. Hickman J. (1989). Navicular disease. Equine Veterinary Journal. 21(6);395-398.
45. Hinchcliff KW, Kaneps JA, Geor RJ. (2007). Medicina y Cirugía en los equinos de deporte.; 1(15);301.
46. Hoofer MA. (1982). The development and ultrastructural anatomy of the equine navicular bursa and associated structures (thesis). Western College of Veterinary Medicine, University of Saskatchewan, Saskatoon.
47. Jann H, Henry G, Berry A, et al. (1991). Arthrographic observations of the equine distal interphalangeal joint (articulations interphalangeae distalis manus) and navicular bursa (bursa podotrochlearis). Anat Histol Embryol. 20(1):30-36.
48. Kainer RA. (1989). Clinical anatomy of the equine foot. Vet Clin North Am Equine Pract. 5;1-27.
49. Kazer-Hotz B, Ueltschi G. (1992). Radiographic appearance of the navicular bone in sound horses. Vet Radiol. And Ultrasound. 33: 9-17.
50. Keegan KG, Wilson DA, Kreeger JM, Ellersieck MR, Kuo KC, Li Z. (1996). Local Distribution of Mepivacaine After Distal Interphalangeal Joint Injection in Horses. American Journal of Veterinary Research. 57 (4), pp. 422-426.
51. Keegan KG, Wilson DA, Lattimer JC, Twardock AR, Ellersieck MR. (1996). Scintigraphic Evaluation of 99mTc-Methylene Diphosphonate Uptake in the Navicular Area of Horses with Lameness Isolated to the Foot by Anesthesia of the Palmar Digital Nerves. American Journal of Veterinary Research. 57 (4), pp. 415-421.
52. Kidney BA., Dial SM, Christopher MM. (2009). Guidelines for Resident Training in Veterinary Clinical Pathology. III: Cytopathology and Surgical Pathology.

- Veterinary clinical pathology / American Society for Veterinary Clinical Pathology.* 38 (3), pp. 281-287.
53. Kneebone R, Baillie S. (2008). Contextualized Simulation and Procedural Skills: A View from Medical Education. *Journal of veterinary medical education.* 35 (4), pp. 595-598.
 54. Leach DH. (1998). Treatment and pathogenesis of navicular disease ("syndrome") in horses. *Equine Vet J* 1993;25:477-481Stashak TS. *Navicular Syndrome (Navicular Disease or Navicular Region Pain).* 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins;
 55. Lizarraga I, Castillo F, Valderrama ME. (2004). An Analgesic Evaluation of Isoxsuprine in Horses. *Journal of veterinary medicine.A, Physiology, pathology, clinical medicine.* 51 (7-8), pp. 370-374.
 56. Lowe JE. (1976). Sex, breed and age incidence of navicular disease. *Proc Am Assoc Equine Pract;*20:37.
 57. Mac Gregor CM. (1989). Navicular disease in search of definition. *Equine Vet J.* 21: 389-391.
 58. May SA, Head SD. (2010). Assessment of Technical Skills: Best Practices. *Journal of veterinary medical education.* 37 (3), pp. 258-265.
 59. Numans SR, Van der Watering CC. (1973). Navicular disease: Podotrichilitis chronica asceptica podotrochlosis. *Equine Vet J.* 5:1-7.
 60. Ostblom L, Lund C, Melsen F. (1989). Navicular bone disease: a comparative histomorphometric study. *Equine Vet J.* 21: 431-433.
 61. Ostblom LC, Lund C, Melsen F. (1984). Navicular bone disease: results of treatment using egg-bar shoeing technique. *Equine Vet J.* 19; 203-206.
 62. Park RD, Nelson TR, Hoopes PJ. (1987) Magnetic resonance imaging of the normal equine digit and metacarpo-phalangeal joint. *Vet Radiol.* 28:105-116.
 63. Pauwels FE, Schumacher J, Castro FA, Holder TE, Carroll RC, Sega GA, Rogers CW. (2008). Evaluation of the Diffusion of Corticosteroids between the Distal Interphalangeal Joint and Navicular Bursa in Horses. *American Journal of Veterinary Research.* 69 (5), pp. 611-616.
 64. Piccot-Crézollet C, Cauvin ER, Lepage OM. (2004) Comparaison between two different techniques for injection of the podotrochlear bursa in the horse. *Proc 12th ESVOT Congress, Munich.* p 260
 65. Pleasant RS, Baker GJ, Foreman JH, et al. (1993) Intraosseous pressure and pathologic changes in horses with navicular disease. *Am Vet Res.* 54: 7-12.

66. Pleasant RS, Moll HD, Ley WB, et al. (1997) Intra-articular anesthesia of the distal interphalangeal joint alleviates lameness associated with the navicular bursa in horses. 26: 137-140.
67. Pleasant RS, Moll HD, Ley WB, Lessard P, Warnick LD. (1997). Intra-Articular Anesthesia of the Distal Interphalangeal Joint Alleviates Lameness Associated with the Navicular Bursa in Horses. *Veterinary surgery* : VS. 26 (2), pp. 137-140.
68. Pleasant S, Crisman M. (1997). Navicular disease in horses: Pathogenesis and diagnosis. *Vet Med*. 92: 250-257.
69. Pool RR, Meagher DM, Stover SM. (1989) Pathophysiology of navicular disease. *Vet Clin North Am Equine Pract*;5:109-129.
70. Poulos PW, Smith MF. (1988). The nature of enlarged “vascular channels” in the navicular bone of the horse. *Vet Radiol*. 29: 60-64.
71. Rijkenhuizen AB, Nemeth F, Dik KJ, et al. (1989). Development of the navicular bone in foetal and young horses, including the arterial supply. *Equine Vet J*. 21:405-412.
72. Rijkenhuizen ABM, Nemeth F, Dik J, Goedegebuure SA. (1989). The arterial supply of the navicular bone in adult horses with navicular disease. *Equine Vet J*. 21: pp 418. pp 424.
73. Rose RJ, Taylor BJ, Steel JD. (1978). Navicular disease in the horse: An study of seventy cases and assessment of a special radiographic view. *J Eq Med Surg*. 2: 492-497.
74. Ross WM, Dyson SJ. (2011). Diagnosis and manegment of lameness in the horse. 2nd ed. Elsevier, St. Louis-Missouri.
75. Sack WO, Habel RE. Rooney's Guide to the Dissection of the Horse. 5th ed
76. Sardari K, Kazemi H, Mohri M. (2002). Effects of Analgesia of the Distal Interphalangeal Joint and Navicular Bursa on Experimental Lameness Caused by Solar Pain in Horses. *Journal of veterinary medicine.A, Physiology, pathology, clinical medicine*. 49 (9), pp. 478-481.
77. Schoonover MJ, Jann HW, Blaik MA. (2005). Quantitative Comparison of Three Commonly used Treatments for Navicular Syndrome in Horses. *American Journal of Veterinary Research*. 66 (7), pp. 1247-1251.
78. Schramme M, Kerekes Z, Hunter S, Nagy K, Pease A. (2009). Improved Identification of the Palmar Fibrocartilage of the Navicular Bone with Saline Magnetic Resonance Bursography. *Veterinary radiology & ultrasound : the official journal of the American College of Veterinary Radiology and the International Veterinary Radiology Association*. 50 (6), pp. 606-614.

79. Schramme MC, Boswell JC, Hamhougias K, Viitanen M. (1999). A Comparaison of Five Techniques for Injection of the Navicular Bursa in the horse.
80. Schumacher J, Schumacher J, de Graves F, Schramme M, Smith R, Coker M, Steiger, R. (2001). A Comparison of the Effects of Local Analgesic Solution in the Navicular Bursa of Horses with Lameness Caused by Solar Toe Or Solar Heel Pain. *Equine veterinary journal*. 33 (4), pp. 386-389.
81. Schumacher J, Schumacher J, Gillette R, DeGraves F, Schramme M, Smith R, Perkins J, 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), pp. 502-505.
82. Scrutchfield W (1977). Injection of the navicular bursa. *The Southwester Veterinarian*. 30: 161-163.
83. Sisson S. (1975). Sisson and Grossman's. The anatomy OF THE Domestic animals. 5th ed. W.B.Saunders Company, Philadelphia.
84. Slavlastoga E, Smith M.(1983) Navicular disease in the horse. The subchondral bone pressure. *Nord Vet Med*. 35: 31-37.
85. Spriet M, David F, Roosier Y. (2005). How to inject the navicular bursa with ultrasonographic control.
86. Spriet M, David F, Roosier Y. Ultrasonographic control of navicular bursa injection. *Equine Veterinary Journal*. 2004; 36(7); 637-639.
87. Stashak TS. (1985). Adam's lameness in horses. 4ta ed. Lea & Febiger, Philadelphia.
88. Stashak TS. (1998) .Navicular Sndrome (Navicular Disease or Navicular Region Pain).5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams &Wilkins;
89. Stashak TS. (1998). Navicular syndrome (navicular disease). In: White NA, Moore JN, Eds. *Current Techniques in Equine Surgery and Lameness*. 2nd ed. Philadelphia. WB Saunders,; 537-544.
90. Svalastoga E. (1983). Navicular disease in the horse: a microangiographic investigation. *Nord Vet Med*. p.131-139.
91. Thompson KN, Rooney JR, Petritrs-Murphy MB. (1991) Considerations on the pathogenesis of navicular disease. *J Equine Vet Sci*. p.4-8.
92. Thrall DE. (1986). *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology*. W.B. Saunders Company, Philadelphia.
93. Tinga, C.E., Adams, C.L., Bonnett, B.N. y Ribble, C.S. (2001). Survey of Veterinary Technical and Professional Skills in Students and Recent Graduates of a

- Veterinary College. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 219 (7), pp. 924-931.
94. Toal RL. (2000) El hueso navicular. En: Thrall DE, ed. Tratado de diagnostic radiológico veterinario 3^a ed. Intermédica, Buenos Aires. p.274-286.
 95. Tomlin JL, Pead MJ, May SA. (2008). Veterinary Students' Attitudes Toward the Assessment of Clinical Reasoning using Extended Matching Questions. *Journal of veterinary medical education*. 35 (4), pp. 612-621.
 96. Turner TA. (1986). Navicular disease management: shoeing principles. *Proc AAEP*: 625-633.
 97. Turner TA. (1989) Diagnosis and treatment of navicular disease in horses. *Vet Clin North Am Equine Pract*; 5:131-143.
 98. Turner TA. (1990). Navicular disease. In: White NA, Moore JN. Current practice of equine surgery. Philadelphia: WB Saunders.
 99. Verschooten F. (1990) The importance of lateromedial view for the radiographic diagnosis of navicular disease. *Vet Annual*. 30: 172-180.
 100. Wright IM, Kidd L, Thorp BH. (1998). Gross, histological and histomorphometric features of the navicular bone and related structures in the horse. *Equine Vet J*. 30: 220-234.
 101. Wright IM. (1993). A study of 118 cases of navicular disease: clinical features. *Equine Vet J*. 25:488-492.