



UNIVERSIDAD DE CHILE

**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS CLINICAS**



**CARACTERIZACIÓN ECOTOMOGRÁFICA DE LOS LIGAMENTOS
COLATERALES DE LA ARTICULACIÓN INTERFALÁNGICA DISTAL EN
EL EQUINO PURA SANGRE CHILENO.**

RODRIGO ANTONIO CISNEROS CONTRERAS

Memoria para optar al Título
Profesional de Médico
Veterinario.

Profesor Guía: Dr. Enrique Pinto Peña

Financiamiento: Privado

**SANTIAGO – CHILE
2009**

INDICE

Resumen	1
Abstract	3
Introducción	5
Revisión bibliográfica	8
Principios físicos del diagnóstico por ultrasonido.....	8
Instrumentos.....	9
Componentes en la generación de imagen.....	12
Lenguaje ecográfico.....	16
Artefactos de la proyección de la imagen ultrasónica.....	17
Trascendencia y bioseguridad de la ultrasonografía.....	19
Consideraciones anatómicas y funcionales de la porción distal del miembro anterior del equino.....	20
Examinación y diagnóstico ultrasonográfico.....	28
Desmitis de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal...	31

Objetivo general y específico.....	35
Materiales y métodos.....	36
Resultados.....	42
Discusión.....	48
Conclusiones.....	52
Bibliografía.....	54
Anexos.....	59

RESUMEN

El equino es un atleta moldeado por la evolución y es así como su conformación fisiológica y anatómica se desarrolló para la velocidad y la potencia muscular, sustentada por un mecanismo biomecánico articular, ligamentoso, tendíneo y muscular característico y altamente eficiente.

La participación en los deportes y la competencia ecuestre, a la cuál lo somete el ser humano, le entrega al mecanismo músculo-esquelético del animal un alto nivel de exigencia, donde se pone a prueba, según el área deportiva, la biomecánica propia de su especie. Es por esto, que el principal grupo de enfermedades de los equinos se centra en este sistema orgánico, pudiendo llegar a ser irreparables e invalidantes para la actividad atlética.

Junto a otras estructuras, los ligamentos de las articulaciones entregan sustento pasivo frente al movimiento excesivo; determinando así un ángulo y rango de respuesta articular frente a la actividad muscular y la estimulación nerviosa asociada. Durante la locomoción las articulaciones interfalángicas se someten a movimientos de carácter sagital, transverso y frontal, que pueden exagerarse bajo condiciones de irregularidad de la superficie, irregularidades de los cascos o movimientos como giros cerrados por parte del ejemplar. El desbalance producido por estos eventos locomotores someten a estrés a los componentes articulares, particularmente a los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal.

El diagnóstico ultrasonográfico provee un método no invasivo para evaluar lesiones en tejidos blandos, como lo son los ligamentos. Permite además, mediante examinación secuencial, establecer patrones de desarrollo lesional de elevada utilidad para el profesional clínico en la determinación, seguimiento y evaluación de la terapia más adecuada.

Las características ultrasonográficas del equino han sido ampliamente descritas en la literatura científica internacional; sin embargo, es necesario contar con la

comparación y caracterización de ejemplares de raza nacionales, por su distinta conformación que puede correlacionarse con diferencias a nivel ultrasonográfico.

El objetivo de esta memoria de título es presentar y describir la apariencia ultrasonográfica de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal del miembro anterior del equino Pura Sangre Chileno, estableciendo y analizando sus relaciones. Para este fin, se experimentó con los métodos de abordaje descritos en la literatura con éxito, obteniéndose las características y mediciones (eje mayor, eje menor y área) del corte transversal de la imagen ultrasonográfica de estos ligamentos.

Posteriormente a la recolección de datos y cálculo de estadística descriptiva, se realizó un análisis de varianza para comparar ligamentos colaterales contralaterales de la articulación interfalángica distal; como también, para comparar posibles diferencias entre machos y hembras. De esta forma se pudo estimar que no existe diferencia estadística entre ligamentos colaterales contralaterales, pero si, entre los ligamentos colaterales de machos y hembras.

Además de la descripción del método de exploración y la apariencia cualitativa de las estructuras de interés, los datos cuantitativos han sido llevados a intervalo de valores con el fin de ser una ayuda práctica para el clínico interesado en abordar dichas estructuras, además de dar pie a nuevos estudios similares que caractericen las estructuras normales o enfocados en la caracterización de lesiones.

ABSTRACT

The equine is an athlete worked by evolution and this is how its physiological and anatomical structure was developed for speed and muscular power, sustained by its particular and highly efficient joint, ligament, tendon and muscle biomechanical mechanism.

Its inclusion in sports and equestrian competition by man, gives to the bone-muscle mechanism of the animal a high level of demand, where is putted to the test depending on the practiced sport. Because of this, the principal group of horse diseases is mainly focused in this organic system. The damage caused by these diseases can be irreparable and may become a serious handicap for athletic activity.

Along with other structures, ligaments of joints give the non-active support for excessive movement; defining a specific angle and level of joint response when its under a muscular activity and a nerve stimulation. During locomotion interfalangeal joint are subjected to sagital, transverse and frontal movement that can be exaggerated under different conditions such as uneven ground level, hoof problems or too closed turns made by the specimen. The unbalance produced by these locomotion events stress the joint components, specially the collateral ligaments of the distal interfalangeal joint.

The ultrasonographic diagnose provides a non-invasive method to evaluate injuries in the soft tissue such as the ligament. Also allows, through sequence examination, to establish very useful patterns of the injury progression for the clinic professional. This helps in the definition, monitoring and evaluation of the most accurate therapy.

The ultrasonographic characteristics of the horse have been widely described in the international scientific literature; however, is necessary to count with the comparing and characterization of specimens of national breed because of its different conformation that may also present a different relation to the ultrasonographic level.

The objective of this degree report is to present and describe the ultrasonographic characteristic of the collateral ligaments of the distal interfalangeal joint of the Pura

Sangre Chileno equine, establishing and analyzing its relations. To accomplish this purpose there were some experiments described by the scientific literature successfully performed. This way it was possible to obtain the characteristics and measurements (major and minor axis and area) of the transversal ultrasonographic image caption of these ligaments.

After the data collection and the descriptive statistic calculation, a variable analysis was performed to compare the contra-lateral collateral ligaments of the distal interfalangeal joint; also to compare possible differences between male and female equine. This way it was possible to consider that there is no statistical difference between contra-lateral collateral ligaments, but there are some between male and female collateral ligaments.

Besides the description of the exploration method and the qualitative characteristic of the structure under our interest, the quantitative data has been fixed as ranges of numerical value in order to make of this data a useful easy to read support for the clinic professional interested in these structures, also for further investigations about similar subjects that define the normal structures or focused in the injury characteristics.

INTRODUCCIÓN

Las afecciones del sistema músculo esquelético en los equinos de deporte, constituyen situaciones de importancia clínica. En primer lugar, por su alta frecuencia de presentación y en segundo lugar, por ser la principal causa de invalidez en esta especie (Godoy, 1996).

La ultrasonografía fue descrita por primera vez el año 1982, desde entonces ha sido utilizada como método diagnóstico en patologías de tendones y ligamentos en equinos (Godoy, 1996), al ser un método certero para demostrar localización, naturaleza y extensión de las injurias (Nicoll *et al.*, 1993). Generalmente, se utiliza un transductor de 7,5-MHz en la evaluación ultrasonográfica de estructuras de hasta 4 cm. de profundidad, donde se realiza, usualmente, la examinación de tendones y ligamentos (Craychee 1995).

La detección ecográfica de lesiones en un tendón (tendinopatías) o un ligamento (desmopatías), normalmente se basa en la observación de alargamiento, forma alterada y cambios en el patrón ecográfico (Wrigley, 2004). Hay que tener en cuenta que la evidencia preliminar indica que pequeños cambios en los patrones ultrasonográficos de tamaño, ecogenicidad y distribución de las fibras está asociado a un gran cambio relativo en los parámetros ligados a la fuerza biomecánica (Gillis, 1997).

La importancia de la evaluación ultrasonográfica en las patologías de tendones y ligamentos en el equino de deporte, radica en que es la única forma disponible hasta el momento por el Médico Veterinario, a través de la cual puede determinar en forma exacta la estructura lesionada, determinar el tipo y grado de lesión, monitorear el proceso de reparación e indicar el momento correcto para el retorno del animal al trabajo, lo anterior, sin riesgo de recidiva del cuadro (Godoy, 1996). Así mismo Wrigley, (2004) destaca la necesidad de evaluar la forma y tamaño de cada tendón y ligamento, que la evaluación de la causa del agrandamiento se debe efectuar mediante ecotomografía y que para este fin las exploraciones ultrasonográficas transversales son las más útiles.

En base a la evaluación ultrasonográfica, un ejemplar que ha cursado un cuadro de tendinopatía o desmopatía no debiera volver al trabajo hasta que la imagen ecográfica muestre ausencia de lesión en el área central de la estructura dañada, un adecuado reordenamiento de las fibras de colágeno, ausencia de tejido fibroso (hiperecoico) y ausencia de adherencias (Godoy, 1996).

Ya cuando se enfrenta un problema tendíneo o ligamentoso crónico, la imagen es de un tejido hiperecogénico y de apariencia moteada (Godoy, 1996).

Todo esto ejemplifica como la evaluación ultrasonográfica de las articulaciones es un procedimiento muy informativo para el diagnóstico de múltiples lesiones con o sin manifestaciones radiográficas, pero primero que todo, el conocimiento de la apariencia ultrasonográfica normal de cada estructura articular es esencial (Denoix y Audigié, 2001).

Los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal son estructuras altamente sensibles a las fuerzas que enfrenta dicha articulación. Estudios han demostrado la magnitud en que el estrés físico afecta a estos ligamentos, produciéndose desmitis de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal, patología altamente sensible a complicaciones, entre varias razones, por la ubicación anatómica propia de dichos ligamentos, lo que dificulta la examinación física (Turner y Sage, 2002; Dyson y Murray, 2004).

La desmitis de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal debe ser considerada como una causa relativamente importante de claudicaciones, especialmente de los miembros anteriores (Dyson y Murray, 2004), y a su vez la ultrasonografía como el método de elección para su diagnóstico. Todos los casos deben ser evaluados en áreas de corte, alineación de fibras y ecogenicidad. El examen de rutina a intervalos de 30 días puede ser usado para evaluar la recuperación del proceso. La radiografía tiene un valor limitado en estos casos; la formación de osteofitos y osteolisis alrededor de la inserción de origen de los ligamentos, puede hacer sospechar de desmitis de estos (Turner y Sage, 2002).

En el estudio de Dyson y Murray, (2004) sobre desmitis colateral de la articulación interfalángica distal, en la mayoría de los ejemplares estudiados no se observaron signos clínicos localizados ni de dolor frente a la manipulación pasiva de las articulaciones distales. En cambio, en el mismo estudio, en un importante número de caballos, estos arrojaron resultados positivos frente al examen ultrasonográfico, incluyendo substanciales aumentos de tamaño y leve disminución de la ecogenicidad, defectos hipoecoicos obvios, arquitectura anormal y desplazamiento dorsal de los ligamentos por una cápsula articular masivamente distendida. Así mismo, determinaron que injurias de los ligamentos colaterales mediales predominaron por sobre las injurias de los ligamentos colaterales laterales y que las injurias en ambos al mismo tiempo es la forma de lesión menos frecuente.

Según estos antecedentes, sobre la importancia de la desmitis de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal y la habilidad de la ultrasonografía para ser un método confiable de exploración, es que resulta necesario contar con los valores y las características normales de referencia para la imagen ecotomográfica de estos ligamentos en el equino Pura Sangre Chileno, con el fin de ser una ayuda tanto diagnóstica como pronóstica y de seguimiento más exacto, de las posibles alteraciones que afecten dichas estructuras, y por ende, el rendimiento físico de estos ejemplares.

REVISION BIBLIOGRAFICA

1. Principios físicos del diagnóstico por ultrasonido.

El ultrasonido es caracterizado por ondas de sonido con una frecuencia mayor al rango superior de la audición humana, aproximadamente 20.000 ciclos por segundo (20KHz). Un ciclo por segundo es 1 Herz; 1000 y 1 millón de ciclos por segundo son 1 kilohertz (kHz) y 1 megahertz (MHz), respectivamente (Nyland *et al.*, 1995). Las imágenes médicas utilizan rangos de frecuencia situados entre los 3 MHz y los 15 MHz (Díaz *et al.*, 2007).

La frecuencia es definida como el número de veces que una onda sonora es repetida (ciclos) en un segundo; por otra parte, la longitud de onda es la distancia que viaja una onda durante un ciclo, es así como, la frecuencia y la longitud de onda están inversamente relacionadas si la velocidad en el medio permanece constante (Nyland *et al.*, 1995).

La relación entre velocidad, frecuencia y longitud de onda puede representarse en la siguiente ecuación:

$$\text{Velocidad (m/seg.)} = \text{frecuencia (ciclos/seg.)} \times \text{longitud de onda (metros)}$$

Demostrando así que a una velocidad constante la longitud de onda depende de la frecuencia (Nyland *et al.*, 1995).

En los tejidos blandos corporales la velocidad se mantiene casi constante (1.540m /seg. en promedio), por lo cual, la selección de un transductor de alta frecuencia para la exploración de los tejidos resultará en longitudes de onda menores, obteniéndose mejor resolución de imagen. Sin embargo cuando la onda de sonido encuentra a su paso por el cuerpo, gas o hueso, se producen diferencias marcadas de velocidad que provocan una alta reflexión y una inapropiada interpretación de ecos. Esta intensa reflexión es

formada por la combinación de un cambio abrupto en la velocidad del sonido y/o la densidad del medio (impedancia acústica) (Nyland *et al.*, 1995).

En un examen ecográfico, cuando el ultrasonido atraviesa de un tejido a otro que posea diferente impedancia acústica, entonces se dirá que existe una interfaz entre ambos. En general los límites de los órganos o de los tejidos de diferente tipo conforman naturalmente diferentes interfases. En una interfaz, parte de las ondas ultrasónicas produce una reflexión especular generando el eco y otra parte se transmite o refracta (Freire, 2004). y en conjunto la profundidad de penetración del sonido en los tejidos blandos esta directamente relacionada con la frecuencia empleada. Ondas de altas frecuencia son atenuadas más que ondas de baja frecuencia. Esto resulta en que invariablemente al aumentar la frecuencia para mayor definición, se disminuirá la penetración del sonido (Nyland *et al.*, 1995).

2. Instrumentos.

2.1. Transductor.

Un transductor se describe como un aparato que transforma un tipo de energía en otra. En ecografía, el transductor o sonda transforma energía eléctrica en energía acústica (Díaz *et al.*, 2007). Inevitablemente la selección de un transductor resulta en la selección de una frecuencia de ultrasonido para ser empleada en un tipo particular de exploración, ya que la frecuencia emitida por un transductor en particular depende de las características especiales de los cristales piezoeléctricos que contenga (Nyland *et al.*, 1995).

El efecto piezoeléctrico corresponde a la propiedad de algunos cristales que, al recibir corriente eléctrica, se contraen y dilatan generando vibraciones, es decir energía acústica. Y a la inversa, al recibir la presión de ondas acústicas convierten esta energía mecánica en energía eléctrica (Díaz *et al.*, 2007).

La imagen ultrasónica esta basada en el principio de pulso-eco. Los ecos que regresan al transductor desde los tejidos después de cada pulso emitido hacen vibrar al cristal nuevamente, produciendo así señales de bajo voltaje que son amplificadas para formar la imagen (Díaz *et al.*, 2007; Nyland *et al.*, 1995). Este intervalo de tiempo debe ser el adecuado para que el pulso de ultrasonido alcance a volver en forma de eco antes de que se emita el siguiente pulso (Díaz *et al.*, 2007). Típicamente, el sonido es transmitido menos de un 1% de el tiempo y el transductor esta en espera de ecos de retorno mas de un 99% del tiempo (Nyland *et al.*, 1995).

Un punto representa en el monitor del equipo cada eco que regresa y se ubica en la profundidad apropiada dependiendo del tiempo que demora en regresar (Nyland *et al.*, 1995; Wrigley, 2004). El otro componente de la orientación espacial (localización derecha a izquierda) sobre el monitor puede ser establecido trazando las coordenadas de los ecos a medida que el cristal se mueve sobre el paciente (transductores sectoriales mecánicos) o según cristales individuales en configuraciones de múltiples cristales (Wrigley, 2004). Además una escala de grises es asignada a cada punto, correspondiendo a la amplitud o fuerza del eco que regresa. Por convención los ecos de muy baja intensidad son representados en negro, los ecos de intensidades medias con diferentes grados de gris y ecos de alta intensidad son representados con blanco (Nyland *et al.*, 1995). Por otra parte, el haz de ultrasonido y los ecos que regresan son atenuados durante el paso por los tejidos. El equipo de ultrasonido esta diseñado para aumentar la intensidad del sonido transmitido a través de los tejidos o para amplificar electrónicamente los ecos que regresan para compensar esta atenuación (Nyland *et al.*, 1995).

2.2. Ultrasonografía en tiempo real.

Tiempo real se refiere a la habilidad de ver movimiento en la imagen ultrasonográfica representada. Equipos con modo B en tiempo real genera una imagen en escala de grises en movimiento de un corte transversal anatómico. Esto se logra

barriendo un fino foco del haz ultrasónico a través de un campo triangular o rectangular del paciente varias veces por segundo. Cada línea persiste en la representación del monitor hasta que es renovada por un subsiguiente barrido del haz ultrasónico. Cambiando la orientación del transductor sobre la piel se pueden obtener planos sagitales, transversos, dorsales u oblicuos del paciente. Están disponibles dos tipos básicos de equipo de escaneo ultrasónico de modo B en tiempo real: sectoriales y lineales (Nyland *et al.*, 1995).

2.3. Tipos de transductor.

- a) **Transductor sectorial:** es llamado así porque la forma de la onda y de la imagen generada tiene aspecto sectorial o triangular. El ángulo del sector es generalmente de 90° , pero hay disponible otros ángulos, más estrechos o más amplios para propósitos específicos. Se clasifican en mecánicos o electrónicos dependiendo el método que ocupan para generar barrido con el haz ultrasónico en el campo (Nyland *et al.*, 1995).

- b) **Transductor lineal:** es un escáner electrónico con múltiples cristales organizados en línea en una estructura delgada en forma de barra. El estrecho haz de ultrasonido que genera barre un campo rectangular activando secuencialmente los cristales. No tiene partes móviles, pero por su forma y tamaño dificulta posicionarlo en áreas de exploración más pequeñas (Nyland *et al.*, 1995).

- c) **Transductor anular:** el cual está constituido de transductores circulares de la misma frecuencia, dispuestos uno dentro del otro. Al ser activados, cada uno de los transductores produce un haz de ultrasonido enfocado a un punto determinado. Los transductores se pueden activar en forma separada o bien todos al mismo tiempo. En este último caso se produce una combinación de focos, lo

cual da como resultado una resolución óptima y uniforme en todo el campo (Godoy y Oddoy, 1995).

3. Componentes en la generación de imagen.

3.1. Resolución:

Es la capacidad que tiene un equipo de ecografía para que dos puntos o interfases muy próximas entre sí se representen como ecos diferentes (Díaz *et al.*, 2007).

3.1.1 Tipos de resolución.

- a) **Resolución Axial:** Capacidad de diferenciar dos puntos o interfases muy próximas en la dirección del haz de ultrasonidos. La resolución axial está inversamente relacionada con la longitud de onda, ya que si la distancia entre los dos puntos problema es menor que la longitud de onda, el equipo de ecografía no tendrá capacidad para identificarlos por separado y los mostrará como un único eco (Díaz *et al.*, 2007).

- b) **Resolución Lateral:** Capacidad de diferenciar dos puntos o interfases muy próximas situados en un eje perpendicular a la dirección del haz ultrasónico. A menor longitud de onda mayor resolución lateral. A mayor longitud de onda menor resolución lateral (Díaz *et al.*, 2007).

- c) **Resolución Dinámica:** Capacidad de un ecógrafo para la reproducción del movimiento de algunas estructuras y del movimiento de barrido del transductor. Está en relación con el número de imágenes por segundo (Díaz *et al.*, 2007).

3.2. Modos de representación de los ecos.

Hay tres modos de representación de los ecos, dos de los cuales son usados más frecuentemente en las aplicaciones clínicas en medicina veterinaria: el modo B y el modo M o TM.

- a) MODO A (Modo amplitud) es el usado menos frecuentemente, pero mantiene un uso especial en el examen oftalmológico y otras aplicaciones que requieran de mediciones muy precisas de longitud y profundidad. En este modo el origen de los ecos y la amplitud de estos es representada gráficamente como picos en una línea base vertical, el transductor está ubicado en la cima de esta línea base, en algunas máquinas es posible representar esta línea base de manera horizontal, estando en este caso el transductor al inicio izquierdo de dicha línea (Nyland *et al.*, 1995).
- b) MODO B (Modo brillo) representa los ecos que regresan como puntos donde su brillo o nivel dentro de una escala de grises es proporcional a su amplitud y donde la posición que ocupen en el monitor corresponde a la profundidad desde donde el eco se produjo. La posición del transductor se encuentra generalmente en la parte superior del monitor, incrementándose la profundidad hacia la parte inferior de este (Nyland *et al.*, 1995).
- c) MODO M o MODO TM (Modo movimiento o tiempo-movimiento) Es usado en ecocardiografía junto con el modo B para evaluar al corazón. El modo M se genera usualmente manteniendo la profundidad en el eje vertical y el tiempo en el eje horizontal. La imagen es orientada con el transductor en la parte superior del monitor. Una única línea del modo B es grabada o barrida, el movimiento de los puntos de eco es grabado con respecto al tiempo, los trazos de eco producidos por este modo son de mucha utilidad para precisas mediciones de las cámaras y

murallas cardiacas y la evaluación cualitativa de los movimientos valvulares o murales en relación al tiempo (Nyland *et al.*, 1995).

3.3 Atenuación.

El haz de ultrasonido es atenuado durante su viaje a través de los tejidos hacia una interfase reflectora. Los ecos que se devuelven hacia el transductor son atenuados de manera similar. La cantidad de atenuación es directamente proporcional a la frecuencia del haz de ultrasonido, en términos generales es aproximadamente de 0,5 decibeles por centímetro de tejido por cada megahertz de frecuencia. Otros factores que contribuyen a la atenuación son la absorción, la reflexión y la dispersión del haz ultrasónico (Nyland *et al.*, 1995).

3.4. Absorción.

La absorción se refiere a la transformación de los pulsos de sonido desde energía mecánica en calor. Esta situación esta dada principalmente por las fuerzas de fricción entre moléculas del medio (Nyland *et al.*, 1995).

3.5. Reflexión e impedancia acústica.

La velocidad del sonido en cada tejido y la densidad de estos determinan el porcentaje del haz ultrasónico que es reflejado o transmitido de un tejido a otro. El producto de la densidad del tejido y la velocidad del sonido a través del tejido es conocido como impedancia acústica (Nyland *et al.*, 1995).

La impedancia acústica puede ser definida con la siguiente ecuación:

Impedancia acústica (Z) = Velocidad del sonido (v) x Densidad del tejido (p)

La diferencia de densidad entre tejidos puede ser utilizada para estimar la impedancia acústica en tejidos blandos ya que la velocidad del sonido en estos se asume casi constante. Por ejemplo: El hueso y el gas tienen una muy alta y muy baja impedancia acústica respectivamente. El aire es menos denso y más compresible que el tejido blando y transmite el sonido a menor velocidad. El hueso es más denso y menos compresible que los tejidos blandos y transmite el sonido a mayor velocidad. Es por esto que, cuando el haz de sonido encuentra una interfase tejido blando – hueso o tejido blando – gas casi todo el sonido es reflejado (Nyland *et al.*, 1995). O sea, a mayor diferencia entre las impedancias de ambos medios, mayor será la intensidad del eco. De menos a más la impedancia acústica del cuerpo es: aire, agua, músculo y hueso (Díaz *et al.*, 2007).

3.6. Dispersión.

Cuando el haz ultrasónico se encuentra con una interfase pequeña o desigual (<0,5mm) en el parénquima de los órganos ocurre dispersión y es independiente del ángulo de exploración. Los débiles ecos que regresan aparecen como imagen solo gracias a su abundancia y al hecho que se refuerzan uno después de otro. Estos ecos contribuyen a la “textura” que se visualiza del parénquima de los órganos abdominales (Nyland *et al.*, 1995; Wrigley, 2004).

3.7. Refracción.

El cambio de velocidad que ocurre cuando una onda de sonido pasa desde un medio a otro hace que el haz ultrasónico se doble si la interfase entre los medios es enfrentada en un ángulo oblicuo. Esto puede causar un artefacto, presentando la imagen de la estructura explorada en una localización inadecuada. La alteración de la dirección del haz de sonido es llamada refracción (Nyland *et al.*, 1995).

4. Lenguaje ecográfico.

4.1. Caracterización de estructuras según su cualidad para reflejar ecos.

Una estructura ecogénica es aquella que genera ecos debido a la existencia de interfases acústicas en su interior (Díaz *et al.*, 2007).

1) **Hiperecogénica o hiperecólica:** Genera ecos en gran cantidad y/o intensidad. Esto ocurre cuando en el interior de esa estructura existen interfases más ecogénicas que el parénquima normal que la circunda. Ecográficamente es una imagen intensamente reflectante, de color blanco intenso (Díaz *et al.*, 2007).

2) **Hipoecogénica o hipoeecólica:** Genera pocos ecos y/o de baja intensidad. Cuando en el interior de la estructura normal existen interfases de menor ecogenicidad que el parénquima circundante. Ecográficamente es una imagen poco reflectante, color gris-oscuro (Díaz *et al.*, 2007).

3) **Isoecogénica o isoecólica:** Cuando una estructura presenta la misma ecogenicidad que otra. Corresponde a condiciones normales del parénquima de un órgano, y se presenta como estructura de similar ecogenicidad en todo el corte ecográfico. Ecográficamente se observa como imagen reflectante, gris-blanca a visión óptica (Díaz *et al.*, 2007).

5) **Anecogénica o anecólica:** Aquella que no genera ecos debido a que no hay interfases en su interior. Típica de los líquidos. Ecográficamente es una imagen no reflectante, de color negro intenso (Díaz *et al.*, 2007).

4.2. Caracterización de estructuras según su arquitectura ecográfica.

1) **Estructura Homogénea:** Cuando la distribución de los ecos tiende a ser uniforme. Sus intensidades son similares (Díaz *et al.*, 2007).

2) **Estructura Heterogénea:** Genera ecos con intensidades diversas (Díaz *et al.*, 2007).

5. Artefactos de la proyección de la imagen ultrasónica.

5.1. Reverberación.

La reverberación se refiere a la producción de ecos falsos debido a dos o más reflectores en la trayectoria del haz de sonido. El primer reflector es usualmente la interfase piel-transductor (reverberación externa). El número de imágenes de reverberación depende tanto del poder de penetración del haz de ultrasonido como de la sensibilidad del equipo y puede visualizarse en tiempo real como numerosas líneas paralelas. La reverberación puede diferir dependiendo del tamaño, ubicación, naturaleza y número del o los reflectores encontrados, por ejemplo, los artefactos llamados “colas de cometa” son producidos por interfases pequeñas y altamente reflectoras como lo son objetos de metal o burbujas de gas (Nyland *et al.*, 1995).

5.2. Imagen de espejo.

Los artefactos de imagen de espejo son producidos por interfases redondeadas y fuertemente reflectoras. En esta situación se producen ecos que rebotan en los tejidos y demoran más tiempo en regresar al transductor. La maquina de ultrasonido asume que los pulsos de sonido reflejan ecos que viajan desde y hacia el transductor en línea recta, entonces, si el eco demora más en regresar, por los múltiples rebotes, el equipo localiza estas estructuras más superficiales en ubicaciones más profundas, produciéndose una “imagen de espejo” (Nyland *et al.*, 1995).

5.3. Sombra acústica.

El artefacto ultrasónico denominado sombra acústica ocurre como resultado de la casi completa reflexión o absorción del sonido pudiendo ser producido por el encuentro con gas o hueso (Nyland *et al.*, 1995).

5.4. Refuerzo posterior o realce acústico.

El realce acústico representa un aumento localizado de la amplitud de los ecos en la porción distal de una estructura de baja atenuación. Este artefacto es de utilidad para diferenciar estructuras quísticas de masas sólidas hipoeoicas (Nyland *et al.*, 1995).

5.5. Anisotropía.

Una estructura anisotrópica es aquella que muestra propiedades diferentes dependiendo de la dirección de la medición. En la ecográfica musculoesquelética los reflectores anisotrópicos más característicos son los tendones. Las imágenes de los tendones con el transductor en una posición oblicua aumentarán marcadamente el contraste de la imagen (Díaz *et al.*, 2007).

5.6 Artefactos por manipulación y método de preparación.

Los artefactos por manipulación son los que están relacionados con la técnica de escaneo y la preparación del paciente. Una pobre preparación del paciente, un uso incorrecto del transductor y una configuración inadecuada del equipo son errores técnicos frecuentes en ecografía que son fácilmente corregibles en la mayoría de los casos.

Para un correcto procedimiento el área a ser examinada debe ser definida y cubierta con gel sobre la piel de manera tal de impedir la interposición del aire. Cuando se evalúan estructuras superficiales como tendones, la depilación del área es recomendada para minimizar la interposición del aire entre el transductor y la piel (Nyland *et al.*, 1995). Sin embargo, alteraciones en tamaño y forma de estructuras pueden ser identificadas sin remover el pelo; empapando el pelo en agua o solución salina antes de aplicar gel ultrasónico por diez minutos, mejorando así sustancialmente la imagen cuando se compara si se usa solamente gel (Craychee, 1995).

Para la obtención de imágenes óptimas es necesario ubicar el transductor en forma perpendicular a la zona a ecografiar, esto es para que el ángulo de incidencia sea igual al de reflexión. Si no se procede de esta forma se pueden perder ecos o bien se puede crear un artefacto (Godoy y Oddoy, 1995).

El uso de un polímero de acople (stand off) es a menudo necesario para exámenes superficiales. Cuando se ubica entre el transductor y la piel, deja a ésta y las estructuras superficiales en un aspecto más profundo en la imagen, preferentemente en la zona focal óptima. Este polímero mejora el contacto entre el transductor y la piel (Craychee, 1995).

6. Trascendencia y bioseguridad de la ultrasonografía.

La ecografía es una fuente abundante de conocimiento en medicina diagnóstica. Es innegable el impacto que este método de diagnóstico por imágenes ha tenido en la práctica médica. Y, afortunadamente, a pesar del elevado número de ecografías realizadas hasta el momento, no se ha encontrado una relación de causalidad entre aplicaciones clínicas de la ecografía diagnóstica y efectos biológicos en el paciente o en el ecografista (Holland y Fowlkes, 2006).

7. Consideraciones anatómicas y funcionales de la porción distal del miembro anterior del equino.

7.1. Componentes óseos y cartilagosos.

El esqueleto de esta región comprende los huesos metacarpianos y las falanges proximal, media y distal. Las articulaciones metacarpofalángica e interfalángicas proximal y distal unen estos huesos entre sí. Existen además dos huesos sesamoideos proximales que amplían la concavidad de la articulación metacarpofalángica y un único sesamoideo distal presente en la articulación interfalángica distal.

El esqueleto metacarpiano comprende el segundo, tercero y cuarto huesos metacarpianos. El tercer metacarpiano es mucho más fuerte y desarrollado que los otros dos y es el único elemento funcional del metacarpo.

Los otros dos huesos metacarpianos, segundos y cuartos, situados a cada lado del tercero son muy reducidos de tamaño. Cada uno de ellos tiene una base proximal que se continúa con una diáfisis que se va haciendo muy delgada de manera progresiva para terminar en forma de pequeños tubérculos fácilmente palpables a ambos lados del tercio distal del tercer metacarpiano.

El extremo distal del tercer metacarpiano presenta una superficie formada por un cóndilo, con una cresta intermedia que se articula con la falange proximal y los dos sesamoideos proximales. El cóndilo tiene un desarrollo equivalente a 220° de perímetro de un círculo, lo que prueba la gran amplitud de los movimientos de flexión y extensión posibles en esta articulación.

Los huesos sesamoideos proximales son pequeñas pirámides de tres caras, cuyas bases están orientadas distalmente. La superficie articular de cada uno de ellos toma contacto con el cóndilo metacarpiano, la superficie flexora palmar está inclinada axialmente y orientada hacia los tendones de los músculos flexores digitales que discurren sobre ella y la superficie abaxial está ligeramente excavada para recibir una gruesa rama del músculo ínter-óseo medio.

Las caras palmares de los sesamoideos proximales están convertidas, por la presencia del ligamento palmar, en una superficie única de deslizamiento, sobre la que los tendones de los músculos flexores cambian de dirección. Aún estando próximos a la articulación metacarpo falángica, los huesos sesamoideos proximales no se articulan con ella.

La falange proximal es un hueso también robusto, comprimido anteroposteriormente y con mayor anchura en su extremo proximal que en el distal. Su extremo proximal es excavado y con un profundo surco intermedio para articularse con el cóndilo y su cresta del tercer metacarpiano. A cada lado presenta un tubérculo donde se fijan los ligamentos colaterales de la articulación metacarpofalángica. El extremo distal presenta dos cóndilos separados por un surco intermedio poco profundo. También existen aquí tubérculos similares, a ambos lados, para la inserción de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica proximal. La cara palmar del hueso presenta distintas rugosidades para la fijación de distintos ligamentos, destacando una amplia zona triangular y varias más pequeñas a cada lado.

La falange media es, en su conjunto, parecida a la proximal, pero su longitud es la mitad de la de aquella, siendo también extraordinariamente robusta. Sus dos extremos, proximal y distal, tienen una anchura similar. La superficie articular proximal, excavada y con una ligera cresta intermedia, se adapta a la superficie articular distal de la primera falange, mientras que la superficie articular distal es muy parecida a su equivalente en la primera falange. La superficie articular distal se extiende hacia la cara palmar, donde se articula con el hueso sesamoideo distal. Existen también tubérculos colaterales proximales para la inserción de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica proximal, pero distalmente presenta depresiones en las que se originan los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal. El borde proximopalmar presenta una zona lisa, cuya superficie está aumentada en vivo por un fibrocartílagos complementario, lo que constituye la superficie de deslizamiento para el tendón del músculo flexor digital profundo y sirve también para la inserción de varios ligamentos.

La falange distal adapta su morfología a la del interior del casco, donde se encuentra. Tiene forma de cuña, siendo agudos sus bordes distal y laterales, y romos sus bordes proximal y caudal. La cara dorsal es convexa de lado a lado y está situada bajo la dermis que la une a la cara interna de la pared del casco (queráfilo). En dirección caudal, su tamaño se va reduciendo para terminar convirtiéndose en los procesos palmares medial y lateral, que presentan cada una de ellas una incisura y un surco lateral para las ramas terminales dorsales de las arterias digitales y nervios acompañantes. En el borde dorso craneal de ambos procesos existen depresiones para la inserción de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal. La cara palmar (solear) es ligeramente cóncava para adaptarse a la suela (“palma”) algo abovedada del casco. Tanto la cara parietal como palmar son de superficie áspera y muy porosa para permitir el paso de numerosas y pequeñas arterias desde el interior del hueso hacia la dermis con la que esas caras contactan. La superficie articular está dirigida proximalmente; es muy similar a la superficie articular proximal de la segunda falange, estando formada por dos fosas separadas por una cresta intermedia poco pronunciada. Su borde dorsal se adelgaza para convertirse en el proceso extensor, que constituye el punto más elevado del hueso y donde se fija el tendón del músculo extensor digital común. El borde palmar de la superficie articular se amplía con una pequeña zona articular para el hueso sesamoideo distal, que articula con los dos huesos principales que intervienen en la articulación. Distalmente a esta pequeña superficie articular, los agujeros palmares conducen a un canal en forma de U, situado en el interior de la tercera falange, que contiene las anastomosis entre las ramas terminales palmares de las arterias digitales. El tendón del músculo flexor digital profundo termina en la cresta semilunar situada distalmente a dichos agujeros (Dyce *et al.*, 1999).

Los cartílagos medial y lateral de la falange distal (cartílagos ungueales) se encuentran debajo del corion del casco y la piel, cubiertos sobre su cara abaxial por el plexo venoso coronario. De forma romboidal, se extienden proximalmente desde cada proceso palmar del hueso hasta cerca del borde coronario del casco donde se les puede palpar. Los cartílagos son cóncavos sobre su superficie axial, convexos sobre su

superficie abaxial y con mayor espesor distalmente, donde se encuentran fijados al hueso. Hacia los talones se curvan dirigiéndose hacia contralateral. En su mitad palmar, cada cartílago se encuentra perforado por varios orificios para el paso de ramas que conectan el plexo venoso palmar con el coronario (Kainer, 2004).

El hueso sesamoideo distal (navicular) tiene una forma similar a un barco con un borde proximal recto y un borde distal convexo. Su superficie dorsal (articular) contacta con el extremo distal de las segunda falange y una estrecha faceta articular distal lo hace con la tercera falange. Su cara palmar (flexora) contacta con el tendón del músculo flexor digital profundo y le proporciona una superficie de deslizamiento cuando el tendón se incurva para dirigirse hacia la cresta semilunar en la cara palmar de la tercera falange. El hueso navicular aumenta la superficie articular de la articulación interfalángica distal (Dyce *et al.*, 1999).

7.2. Ligamentos y cápsulas articulares.

La articulación metacarpofalángica está formada por el tercer hueso metacarpiano, la primera falange y los huesos sesamoideos proximales. Los huesos principales están unidos por los ligamentos colaterales, mientras que los ligamentos más pequeños y triangulares colaterales unen los huesos sesamoideos a los lados del cóndilo metacarpiano y los tubérculos proximales de la primera falange. Una serie de otros ligamentos sesamoideos unen las bases de los huesos sesamoideos a la primera falange. Los ligamentos más profundos son cortos y se dirigen al borde palmar proximal de la primera falange; estos ligamentos están cubiertos por ligamentos cruzados más largos que se insertan un poco más distalmente y estos últimos están cubiertos, a su vez, por ligamentos oblicuos que se insertan en el área triangular central de la cara palmar de la falange proximal. Finalmente un ligamento sesamoideo recto, que se origina en las bases de los sesamoideos, se inserta en el fibrocartílago complementario de la segunda falange.

Los huesos sesamoideos están unidos entre sí por un grueso ligamento palmar que amplía proximalmente en unos dos centímetros la superficie de deslizamiento para los tendones de los músculos flexores digitales.

La cápsula articular es muy amplia y presenta proximalmente amplios recesos dorsal y palmar. Estos recesos están situados en inmediato contacto con la diáfisis del hueso metacarpiano. El interior del receso dorsal contiene el denominado pliegue capsular. Este se origina en la diáfisis del tercer metacarpiano y se proyecta distalmente hacia el centro de receso articular. Recesos palmares distales cortos son palpables en forma de pequeñas depresiones en los ángulos entre la primera falange y las bases de los huesos sesamoideos (Dyce *et al.*, 1999).

La articulación interfalángica proximal está formada por dos áreas convexas en la extremidad distal de la falange proximal y dos áreas cóncavas poco profundas expandidas por una placa fibrocartilaginosa palmar en la extremidad proximal de la falange media. Los huesos de la articulación interfalángica proximal se mantienen juntos por medio de dos ligamentos colaterales cortos, dos ligamentos palmares axiales y dos palmares abaxiales. Los ligamentos palmares centrales se entremezclan algo con las ramas del tendón del músculo flexor digital superficial y el ligamento sesamoideo recto. La cápsula articular de la cuartilla se une con la superficie profunda del tendón del músculo extensor digital común, dorsalmente. También se une con los ligamentos colaterales. La cara palmar de la cápsula se extiende un poco proximalmente contra las ramas terminales del tendón del músculo flexor digital superficial y el ligamento sesamoideo recto, subdividiéndola en sacos lateral y medial (Kainer, 2004).

La articulación interfalángica distal permite la flexión y extensión en la misma amplitud aproximadamente que en la articulación interfalángica proximal. Los ligamentos colaterales son cortos y gruesos y están solidamente fijados en ambos extremos a depresiones existentes en los correspondientes huesos (fig.1). El hueso navicular, como parte integrante de esta articulación, está suspendido del extremo distal de la primera falange por los ligamentos naviculares colaterales. Estos cruzan los bordes lateral y medial de la segunda falange y se fijan a los extremos y borde proximal del

hueso navicular formando una U. Un ligamento navicular distal muy corto pero ancho une el borde distal del hueso con la tercera falange, fijándose proximalmente a los destacados orificios soleares. La cápsula se fija a los bordes articulares de los tres huesos y se parece a la del las otras articulaciones digitales en que también tiene recesos dorsal y palmar (Dyce *et al.*, 1999).

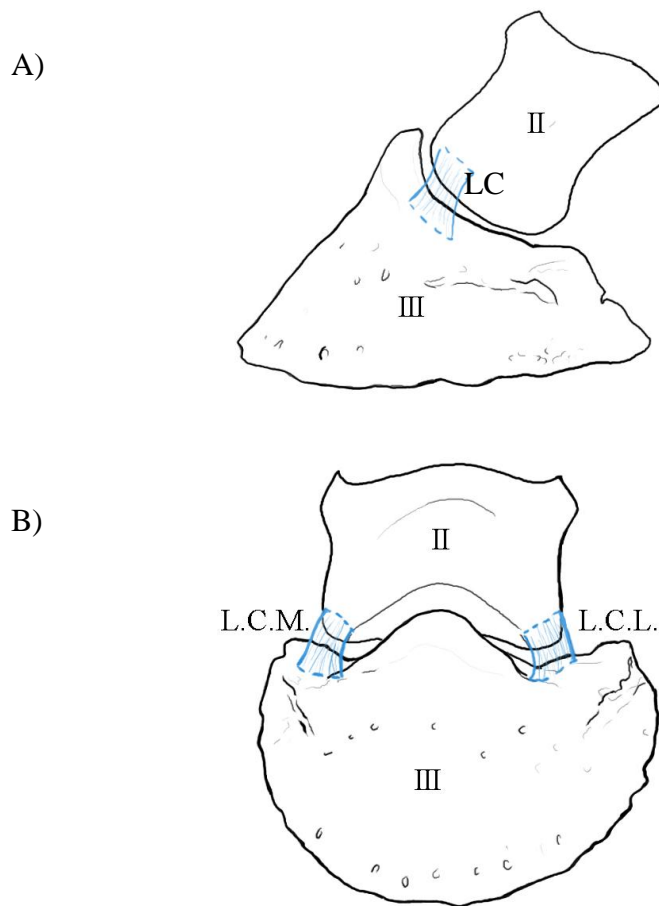


Fig.1: Ubicación relativa de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal. En la ilustración A se aprecia una vista lateral de la articulación y la ubicación del ligamento colateral (LC) entre la segunda (II) y tercera falange (III). En la ilustración B se ve la ubicación de los ligamentos colaterales contralaterales (L.C.M.: Ligamento colateral medial y L.C.L.: Ligamento colateral lateral) en una vista Dorso-palmar y su relación con la segunda (II) y tercera falange (III).

7.3. Función del nudo y el dedo.

El pie equino es una estructura de diseño intrincado que acomoda el peso del animal sobre el piso y cumple funciones de propulsión, tanto en el descanso como durante la locomoción del ejemplar (Parks, 2006).

Con el animal en estación, esencialmente en extensión, el nudo y el dedo están soportados por el aparato suspensor del nudo, los tendones digitales extensores y flexores, y los ligamentos colaterales de las articulaciones.

Cabe señalar que los miembros anteriores soportan más peso (60-65% el total) que los posteriores, debido que el centro de gravedad del cuerpo se encuentra en un lugar donde el plano dorsal atraviesa el hombro, el plano transversal atraviesa la quinta vértebra torácica y el plano mediano interfecta ambas líneas anteriores (fig.2).

Las funciones locomotoras del nudo y el dedo incluyen la flexión esencial para el movimiento, la extensión cuando el pie sale del suelo, la disminución de la violencia cuando el casco contacta con el suelo y la recuperación de la extensión (Kainer, 2004).

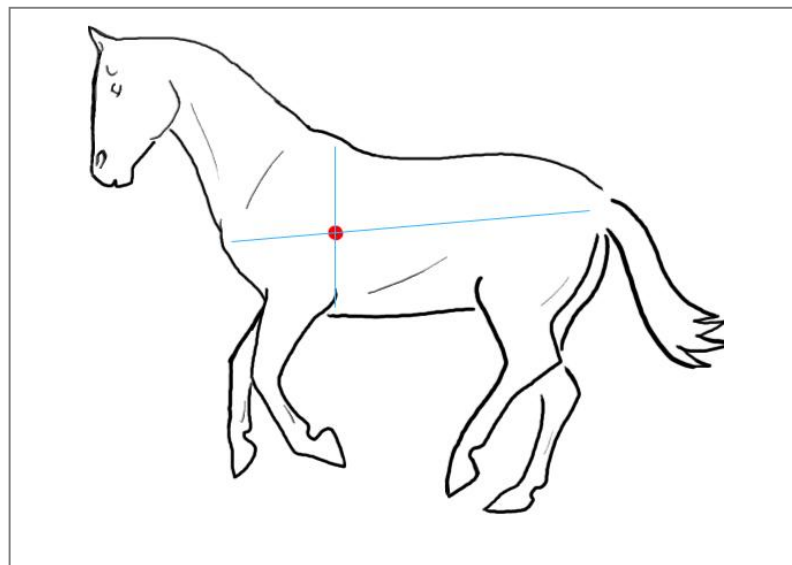


Fig.2: Ubicación relativa del centro de gravedad en el equino. En la ilustración se aprecia el punto de gravedad teórico (círculo rojo).

7.4. Anatomía funcional de las articulaciones interfalángicas.

Durante el movimiento locomotor las articulaciones interfalángicas son sometidas a una variedad de movimientos combinados en el plano sagital, frontal y transversal, especialmente sobre superficies desiguales o durante los giros. Cada movimiento induce estrés específico sobre las superficies articulares y los ligamentos. Una elevación asimétrica de un cuarto produce movimiento colateral, deslizamiento en el mismo sentido y rotación en el sentido opuesto (Denoix, 1999).

La articulación interfalángica distal es una de las articulaciones más afectadas en el equino durante los movimientos locomotores, es la que está más influenciada por la forma del casco y el aplomo, y al mismo tiempo, por los ajustes del casco y el herraje. Esta articulación puede moverse básicamente en tres planos: plano sagital (movimientos de extensión y flexión), plano frontal (movimientos latero-mediales) y plano transversal (rotación y deslizamiento) (Denoix, 1999; Sage y Turner, 2000).

La colocación asimétrica del pie (cuartos en niveles diferentes) induce desplazamiento lateral o medial de la tercera falange en relación a la segunda falange y de esta en relación a la falange primera. De esta manera, movimiento lateral correspondería, por ejemplo, en el desplazamiento en dirección lateral de la tercera falange en relación con la segunda y movimiento medial lo contrario. Cabe señalar que el movimiento colateral de las articulaciones digitales es pasivo e inducido por una orientación asimétrica del pie.

Cuando el cuarto lateral es elevado el cóndilo distal de la segunda falange se desliza oblicuamente hacia palmar sobre la superficie articular de la tercera falange, lo cual corresponde a rotación medial de esta última (la rotación opuesta ocurre cuando el lado medial es elevado). Por lo cual, la rotación está directamente relacionada con el movimiento colateral, y además, esta acompañada por el deslizamiento (translación dentro del plano transversal) de la tercera falange en relación a la segunda hacia el lado de elevación.

La estructura principal que limita los movimientos colaterales es el ligamento colateral opuesto al lado de elevación. La estabilidad de la articulación es también proporcionada por el tendón del músculo flexor digital profundo, el tendón del músculo flexor digital superficial y el ligamento sesamoideo impar distal (Denoix, 1999).

8. Examinación y diagnóstico ultrasonográfico.

8.1. Examinación ultrasonográfica de las articulaciones.

La ultrasonografía se ha convertido en un procedimiento esencial para el diagnóstico de injurias articulares. Con esta técnica y los nuevos equipos para ultrasonografía disponibles, La evaluación no invasiva de la mayoría de los tejidos blandos de cada articulación es posible.

El diagnóstico de una lesión puede ser realizado mediante ultrasonografía en múltiples situaciones de dolor articular, incluso con ausencia de signología radiográfica anormal. Lesiones en tejidos como ligamentos, cápsula articular, sinovia y meniscos pueden ser bien diagnosticadas, al igual que las injurias periarticulares. Cuando existen hallazgos radiográficos anormales, complementariamente, la evaluación ultrasonográfica provee más información concerniente al tejido blando y las superficies articulares; logrando de esta forma, una evaluación más completa de la articulación (Denoix, 2001).

Además las técnicas de ultrasonografía tienen el potencial de ser usadas para identificar etapas tempranas de daño, tanto por la medición cuantitativa del área de corte transversal como por la evaluación subjetiva de la integridad de la matriz de tendones y ligamentos (Goodship y Birch 2001).

8.2. Principios del diagnóstico con ultrasonido de tendones y ligamentos.

En general, la detección ecográfica de lesiones en un tendón (tendinitis) o un ligamento (desmitis) se basa en la observación de alargamiento, forma alterada y cambios en el patrón ecográfico. A menudo el examen físico permite detectar una lesión en un tendón o un ligamento pues la palpación ayuda a localizar la región lesionada. Sin embargo, la tumefacción concurrente de los tejidos blandos adyacentes puede hacer que la identificación de la extensión de la lesión sea más difícil. La ecografía es útil para determinar la localización y la extensión exacta de la lesión.

Es necesario evaluar el tamaño y la forma de cada tendón y ligamento. Hay que realizar una completa evaluación de las estructuras de la región que se encuentren agrandadas o con manifestación dolorosa a la palpación. La determinación de la causa del agrandamiento se debe efectuar con la evaluación del tamaño de cada estructura mediante la ecografía (Wrigley, 2004).

La evaluación ultrasonográfica de las lesiones de tendones y ligamentos se realiza con un transductor de 7,5 MHz. El examen se debe realizar con el animal en pie, previa limpieza y depilación de la zona a examinar (Godoy, 1996).

Las evaluaciones ecográficas seriadas son importantes para reevaluar las estructuras lesionadas. Cabe señalar que las exploraciones transversales son las más útiles. El conocimiento de la forma de los tendones y ligamentos normales ayuda a reconocer las anormalidades que estos puedan presentar.

Hay que evaluar la definición de los bordes de un tendón o ligamento. El edema o el derrame peritendinoso próximo a un tendón normal aumentará, en general, la definición ecográfica del borde.

La exploración transversa permite tomar las mediciones latero medial y dorso palmar/plantar de las estructuras lesionadas por medio de cálipers electrónicos del ecógrafo y así las mediciones se pueden repetir y comparar con evaluaciones subsiguientes más fácilmente. Algunos ecógrafos son capaces de calcular el tamaño (área de corte transversal) después de marcar electrónicamente los bordes del objeto de

interés. Esto proporciona una mejor medición de los cambios de tamaño que una medida lineal.

La alteración ecogénica se observa con frecuencia ante la presencia de tendinitis y desmitis. La rotura de fibras disminuye la ecogenicidad del tendón o el ligamento. Los cambios hipoeoicos pueden estar dispersos difusamente por toda el área lesionada o localizarse sobre una región. La hemorragia o rotura del tendón y/o ligamento pueden provocar cambios anecoicos (Wrigley, 2004).

Cabe señalar, que existen factores que influyen sobre la disminución de la resistencia de estas estructuras como por ejemplo la fatiga, estados nutricionales deficientes, pasar del reposo al ejercicio bruscamente, malos aplomos, herrajes inadecuados y la edad. Es por situaciones como estas, que el compromiso de tendones y ligamentos constituye una situación prevalente, además de ser una causa importante por la cual estos ejemplares quedan momentáneamente o definitivamente fuera de competencia (Godoy, 1996).

8.3. Examinación ultrasonográfica de la articulación interfalángica distal.

Esta articulación presenta cinco ligamentos que pueden ser explorados ultrasonográficamente: dos ligamentos colaterales cortos y anchos entre la falange media (segunda falange) y la falange distal (tercera falange), dos ligamentos sesamoideos colaterales largos y oblicuos entre el hueso navicular y la segunda falange también como en la falange primera, y un corto y ancho ligamento sesamoideo impar distal entre el hueso navicular y la tercera falange.

La articulación interfalángica distal presenta además dos recesos que son accesibles mediante ultrasonografía: un receso dorsal entre la porción dorsal del tendón del músculo extensor digital y la segunda falange, y un receso proximopalmar localizado proximal al hueso sesamoideo distal (hueso navicular). Los márgenes articulares dorsales de la segunda falange y el proceso extensor de la tercera falange pueden explorarse en una aproximación dorsal a la articulación. Con una aproximación

palmaroproximal el margen palmar de la segunda falange y el borde proximal del hueso sesamoideo distal pueden ser visualizados (Denoix, 2001).

9. Desmitis de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal.

9.1. Diagnóstico ultrasonográfico.

La ultrasonografía como ayuda en el diagnóstico de anomalías de los tendones y ligamentos de la cuartilla ha sido bien descrito en la literatura (Sage y Turner, 2000), y puede proveer de importante información diagnóstica de los tejidos blandos y óseos del pie equino (Chope, 2007). Cabe señalar también que el ultrasonido ha demostrado ser más sensible que la radiografía en el diagnóstico de desmitis de estos ligamentos (Sage y Turner, 2000; Dyson y Murray, 2004).

En el estudio de Dyson y Murray, (2004) en 62 caballos, los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal fueron examinados ultrasonográficamente en todos los equinos muestreados usando un transductor lineal de frecuencia entre 7,5 a 10 MHz y usando también un “Stand-off” o polímero de acople entre el transductor y el paciente. Siguiendo este método se colocó particular atención en la definición de los márgenes, la ecogenicidad de cada ligamento y el área de corte transversal. De esta manera, a un alto número de equinos les fue identificada desmitis primaria de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal, de los cuales, la mayoría presentó injuria del ligamento colateral lateral solamente, en menor medida del ligamento colateral medial y lo menos frecuente fue desmitis de ambos ligamentos colaterales al mismo tiempo. Resultados que concuerdan con los obtenidos anteriormente por Turner y Sage, (2002) y a su vez discrepan de lo indicado por Reeding, (2007) quien define las lesiones del ligamento colateral medial más frecuentes que las de su contraparte lateral.

En los ejemplares ultrasonográficamente positivos, hallazgos importantes durante el examen han sido el aumento substancial del tamaño (apreciado como aumento del

área del corte transversal), ecogenicidad disminuida, defectos hipoeoicos obvios, falla en la arquitectura normal, apariencia ecográfica moteada y desplazamiento de los ligamentos debido a la cápsula articular distendida (Sage y Turner, 2000; Turner y Sage, 2002; Dyson y Murray, 2004). También posibles sombras acústicas asociadas a fracturas por avulsión, entesiofitos y áreas de osteólisis (Denoix *et al.*, 2007).

A la presencia de estos signos Reeding, (2007), Denoix *et al.*, (2007) y Chope, (2007) destacan la necesidad de explorar el miembro contralateral para comparar tanto el tamaño como la consistencia y apariencia de las estructuras de interés.

Cabe señalar que la distensión de la cápsula de la articulación interfalángica distal fue una observación frecuente y no específica (Dyson y Murray, 2004; Allen, 2007), como también, se observó que la claudicación de los ejemplares fue más marcada y severa en el desplazamiento en círculos sobre un superficie dura estando el miembro afectado en el lado interior del círculo (Dyson y Murray, 2004; Reeding, 2007; Schramme y Martinelli, 2008).

9.2. Protocolo de exploración.

Turner y Sage, (2002) describen como protocolo de exploración ultrasonográfica de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal, la utilización de un transductor lineal de 7,5 MHz, marcando el área del rodete coronario y localizando la posición de los ligamentos a las 10 p.m. y 2 a.m. de la interfase pelo-casco. Para así, probar la localización de los ligamentos moviendo el transductor hacia arriba y abajo del plano horizontal e identificando inicialmente las depresiones características de la segunda falange que son recorridas por los ligamentos colaterales. Los ligamentos colaterales se pueden identificar como estructuras ecogénicas de arquitectura homogénea y de forma ovalada (Denoix *et al.*, 2007; Turner y Sage, 2002).

De los trabajos de Denoix *et al.*, (2007) puede agregarse a este procedimiento el uso, en algunos casos, de transductores convexos o sectoriales para examinar el área de inserción distal de los ligamentos colaterales. Pues, como bien expresa Chope, (2007) de

otra forma solo 1/2 a 2/3 proximales del ligamento esta accesible a la visualización ultrasonográfica. De todas formas los hallazgos anormales son más fácilmente detectables en cortes ecográficos transversales que longitudinales (Denoix *et al.*, 2007).

Cabe señalar, que Sage y Turner, (2002) reportan para el área normal del corte transversal de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal un intervalo de valores de $0,63 \pm 0,05 \text{ cm}^2$ y $0,62 \pm 0,04 \text{ cm}^2$ para el medial y el lateral respectivamente.

9.3. Generalidades del tratamiento y seguimiento.

El tratamiento para la desmitis de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal consiste en mantener descanso y ejercicio controlado del ejemplar, para evitar perder la flexibilidad capsular y el rango de movimiento articular, por un mínimo de 2 meses. Posteriormente reexaminaciones ultrasonográficas pueden ser utilizadas para modular la intensidad del ejercicio, ya que el regreso muy temprano a la actividad física más intensa aumenta la posibilidad de re-injuria. La evidencia ecográfica de recuperación es aparente entre los 2 meses a 1 año de tratamiento con un promedio de 4,67 meses. La recuperación de la claudicación también promedia 4,67 meses pero destacando que según la intensidad de la lesión puede ser irrecuperable en algunos casos. Además del fundamental descanso, otro tratamiento de ayuda muy frecuentemente utilizado es la terapia con glicosaminoglicanos polisulfatados sistémicos e infiltración intra-articular con ácido hialurónico. En el caso de los ejemplares afectados por desbalance de sus aplomos es necesaria la corrección de los mismos como parte del tratamiento (Turner y Sage, 2002). Algunos autores como Reeding, (2007), Schramme y Martinelli, (2008) y Allen (2007) recomiendan además la utilización de herraduras ortopédicas con una rama ancha en el lado afectado y una de tamaño normal para el lado sano del miembro.

El pronóstico de estos ejemplares para regresar a la actividad atlética habitual es reservado en la mayoría de los casos (Reeding, 2007; Schramme y Martinelli, 2008).

Es por todo esto que, la desmitis de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal debe ser considerada una causa relativamente importante de claudicación, especialmente de los miembros anteriores (Dyson y Murray, 2004; Reeding, 2007). Incluso Schramme y Martinelli, (2008) la consideran la segunda causa más frecuente de claudicación.

Esta enfermedad ha sido solo recientemente reportada como una causa de claudicación aguda, esto gracias a la expansión del uso clínico del diagnóstico ultrasonográfico con transductores de alta frecuencia (Reeding, 2007).

La ultrasonografía demuestra ser un método de elección para diagnosticar desmitis de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal. Los casos deben ser evaluados en el área de corte transversal, alineamiento de fibras y ecogenicidad. Y finalmente una examinación periódica en intervalos de 30 días puede ser utilizado para regular y monitorear el proceso de recuperación (Turner y Sage, 2002).

Dadas las características anatómicas y biomecánicas que hacen que los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal sean un sitio de lesión frecuente en los ejemplares equinos; sobre todo los que deben trabajar y/o ejercitar en un amplio margen de movimientos sobre sus miembros anteriores, y por otra parte, la probada seguridad y efectividad de la ultrasonografía como método diagnóstico alcanzable por el médico veterinario de terreno a nivel nacional, es que el presente estudio ostenta entregar información de la apariencia ultrasonográfica cualitativa y cuantitativa de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal de los equinos raza Pura Sangre Chileno. Para servir, en primera instancia, de referencia para el clínico en medicina equina que se enfrente a situaciones afines, como también, apoyar futuros estudios que ahonden en el mismo campo o se refieran a aspectos ultrasonográficos anormales.

OBJETIVO GENERAL

Caracterizar ecotomográficamente los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal del equino Pura Sangre Chileno.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Caracterizar cuantitativa y cualitativamente las imágenes ecotomográficas de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal.

Comparar posibles diferencias entre ligamentos colaterales contralaterales de la articulación interfalángica distal.

Establecer si existe diferencia entre sexos para los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para determinar el número de muestras mediante la determinación de la varianza en una prueba piloto con 5 ejemplares, se utilizó un nivel de confianza de 95% y una potencia de 95%. Este número de muestra correspondió a 18 ejemplares; 9 hembras y 9 machos.

Los equinos estudiados presentaban las estructuras de interés clínicamente sanas, con 6 a 12 años de edad y en entrenamiento. Los ejemplares que no cumplían con estas características fueron excluidos del muestreo; como también aquellos ejemplares que presentaban alteraciones propias de procesos patológicos crónicos o subclínicos en las estructuras de interés al momento de la obtención de la ecotomografía fueron excluidos del registro de datos.

1. Preparación del ejemplar

El ejemplar en cada caso se mantuvo sujeto mediante el ronزال por parte de su cuidador encargado habitual y de pie. En el miembro anterior izquierdo de cada ejemplar el área del rodete coronario y un margen alrededor de éste se lavó y rasuró cuidadosamente para la extracción del pelo, suciedades y material extraño. Posteriormente, se humedeció con alcohol éflico esta área ya despejada (fig.3).

A)



B)



Fig.3: Método de preparación del ejemplar para la exploración ecotomográfica. A) se aprecia la depilación amplia del área sobre el rodete coronario. B) se ve el miembro anterior izquierdo de otro ejemplar ya depilado, limpio y humedecida su piel con alcohol.

2. Método de exploración y registro de datos.

El transductor previamente untado con gel para ultrasonografía, es colocado en la posición de las 10 horas y las 2 horas (según para cada ligamento colateral y estando las 12 horas en el plano sagital dorsal del rodete coronario) (Turner y Sage, 2002) del borde de pelo alrededor del casco, inmediatamente proximal al rodete coronario (fig.4), para luego probar la localización de las estructuras moviendo el transductor hacia dorsal y ventral del plano horizontal (Sage y Turner, 2000). Se buscan inicialmente las depresiones colaterales propias de la segunda falange donde se extienden los ligamentos colaterales, los cuales se visualizan en el corte transversal como una estructura ecogénica de aspecto ovalado. Una vez ubicados en su corte de mayor área y en posición perpendicular en relación al transductor, se procedió a congelar la imagen en el equipo (fig.5) efectuando la medición del eje mayor y menor en centímetros y el área en centímetros cuadrados (fig.6).

Se dividió a los ejemplares en dos grupos de igual número según sexo. Se registró el valor de las variables para cada ligamento colateral de la articulación interfalángica distal del miembro anterior izquierdo de cada ejemplar.

Cabe señalar que la exploración de solo uno de los miembros anteriores se basa en el hecho de que los vertebrados tienden a la simetría axial de su sistema apendicular. Y que también, en el caso de este estudio, se utilizó el miembro anterior izquierdo en vez del derecho por razones de manejo y seguridad, pues los equinos son frecuentemente acostumbrados a la manipulación por su lado izquierdo.

Las ecotomografías fueron obtenidas con un ecógrafo Pie medical modelo 100 LC, utilizando un transductor de barrido lineal de 7,5 MHz, gel de ultrasonografía marca Aquasonic 100® como medio homogenizador entre el transductor y la piel del equino y diskettes de 3.5" marca Imation® para almacenamiento de imágenes de cortes transversales de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal.

Los datos numéricos son presentados mediante el uso de tablas tanto descriptivas como comparativas y las imágenes obtenidas durante el estudio ecotomográfico fueron utilizadas para la descripción cualitativa de las estructuras asociadas.



Fig.4: Ubicación del transductor en posición de las 2 a.m. de la interfase pelo-casco. Imagen que muestra la forma de colocar el transductor previamente untado con gel para ultrasonografía para la exploración desde una incidencia dorso-anterior medial.



Fig.5: Imágenes “congeladas” en el equipo para la obtención de mediciones. Se aprecia en la fotografía los cortes transversales de ambos ligamento colaterales contralaterales de un ejemplar dispuestos ya para sus correspondientes mediciones utilizando las herramientas electrónicas del equipo.

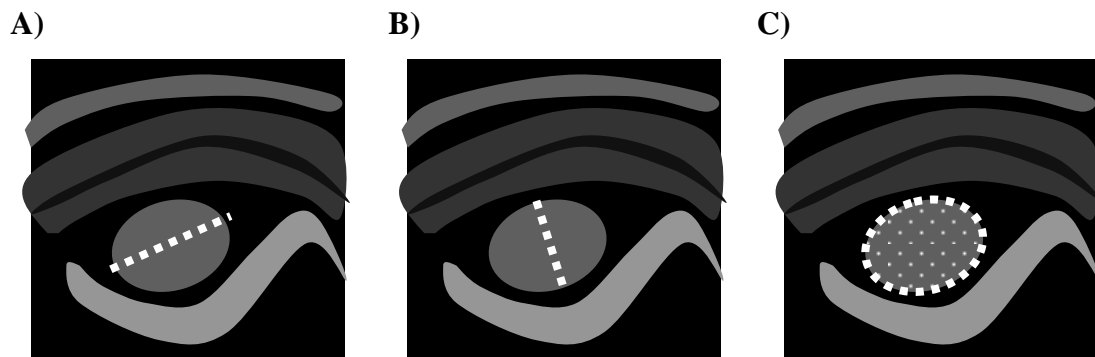


Fig.6: Mediciones electrónicas. En la ilustración la estructura ovalada representa a la imagen ultrasonográfica del corte transversal de un ligamento colateral de la articulación interfalángica distal en el monitor del equipo. La línea punteada describe las diferentes mediciones de interés: A) Eje mayor B) Eje menor y C) Área.

3. Análisis estadístico.

Los valores obtenidos para las variables fueron analizados mediante estadística descriptiva y expresados en términos de medias y desviaciones estándar para obtener intervalos de valores para los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal en cada sexo. Se utilizó un análisis de varianza a fin de comparar diferencias entre machos y hembras y entre ligamentos contralaterales utilizando un diseño de parcelas divididas (Gill, 1978). Se utilizó el software estadístico InfoStat, (2004).

Modelo estadístico:

$$X_{ijk} = \mu + A_i + B_k + AB_{ik} + E_{ijk}$$

Donde:

- X_{ijk} = valor de la variable (Eje mayor, eje menor, área).
- μ = media poblacional.
- A_i = efecto sexos.
- B_k = efecto ligamento (lateral o medial).
- AB_{ik} = interacción entre sexo y ligamento.
- E_{ijk} = error individual.

RESULTADOS

Los valores obtenidos de las mediciones de los ejemplares en estudio (Anexos 1 y 2) fueron analizados estadísticamente, obteniendo valores descriptivos de los datos eje mayor, eje menor y área de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal para ambos sexos. También se realizó un análisis de varianza con el objeto de determinar diferencias estadísticamente significativas entre los ligamentos colaterales; y así, obtener finalmente intervalos de confianza de los valores en estudio con primordial interés en los que demostrasen diferencias estadísticamente significativas.

1. Estadística descriptiva de los ejemplares según sexo.

Las siguientes tablas resumen los valores de estadística descriptiva para los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal según sexo: hembras (tabla 1) y machos (tabla 2).

Tabla 1. Mediciones ecotomográficas de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal de los ejemplares hembras Pura Sangre Chileno.

Lig.	Sexo	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx	Mediana
LCL	hembra	Eje mayor (cm)	9	1,30	0,08	5,79	1,18	1,45	1,32
LCL	hembra	Eje menor (cm)	9	0,58	0,04	6,68	0,53	0,63	0,55
LCL	hembra	Área (cm ²)	9	0,60	0,02	3,62	0,57	0,64	0,61
LCM	hembra	Eje mayor (cm)	9	1,27	0,08	6,01	1,13	1,35	1,29
LCM	hembra	Eje menor (cm)	9	0,59	0,04	7,25	0,52	0,64	0,60
LCM	hembra	Área (cm ²)	9	0,61	0,08	12,26	0,53	0,74	0,60

Lig.: Ligamento, LCL: Ligamento colateral lateral, LCM: ligamento colateral medial, n: Número de muestra, D.E.: desviación estándar, CV: Coeficiente de variación, Mín.: Valor mínimo, Máx.: Valor máximo.

Tabla 2. Mediciones ecotomográficas de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal de los ejemplares machos Pura Sangre Chileno.

Lig.	Sexo	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx	Mediana
LCL	macho	Eje mayor (cm)	9	1,29	0,10	7,54	1,14	1,40	1,32
LCL	macho	Eje menor (cm)	9	0,55	0,05	8,85	0,50	0,63	0,53
LCL	macho	Área (cm ²)	9	0,57	0,07	12,10	0,47	0,66	0,56
LCM	macho	Eje mayor (cm)	9	1,27	0,07	5,68	1,15	1,39	1,27
LCM	macho	Eje menor (cm)	9	0,54	0,06	11,75	0,44	0,66	0,54
LCM	macho	Área (cm ²)	9	0,53	0,06	12,20	0,40	0,60	0,56

Lig.: Ligamento, LCL: Ligamento colateral lateral, LCM: ligamento colateral medial, n: Número de muestra, D.E.: desviación estándar, CV: Coeficiente de variación, Mín.: Valor mínimo, Máx.: Valor máximo.

3. Análisis de varianza.

El resultado para el análisis de varianza de las variables: eje mayor (cm.), eje menor (cm.) y área (cm²), indica que no existe diferencia estadísticamente significativa ($p > 0,05$) para estos valores entre ligamentos colaterales contralaterales. A su vez, existiría diferencia estadísticamente significativa ($p \leq 0,05$) entre machos y hembras para las variables: eje menor y área.

La tabla 3, resume los valores de significancia (valor p) obtenidos para las distintas variables.

Tabla 3. Valores de significancia (valor p), obtenidos del análisis de varianza de las variables de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal según los factores: sexo (macho y hembra) y ligamento (ligamento colateral lateral y medial).

Variable:	Eje mayor (cm)	Eje menor (cm)	Área (cm ²)
	valor de p	valor de p	valor de p
Factor Sexo	0,7087	0,0222	0,0063
Factor Ligamento	0,3426	0,9732	0,4547

4. Límites de confianza.

Para obtener un rango de valores manejables en la práctica se calculó los intervalos de confianza al 95% de la media para las variables. (Tabla 4)

Al ser estadísticamente significativas las diferencias existentes solo en las variables eje menor y área para el factor sexo, se calcularon los intervalos de confianza al 95% de la media para los valores obtenidos sin distinción entre ligamento colateral

lateral o medial. Obteniendo así, en definitiva, rangos de medición para las imágenes ecotomográficas transversales de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal en equinos machos y hembras de raza Pura Sangre Chileno. (Tabla 5)

Tabla 4. Límites de confianza al 95% de la media para las variables (eje mayor, eje menor y área) de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal según sexo en ejemplares Pura Sangre Chileno.

Sexo	ligamento	Variable	media	n	LI (95%)	LS (95%)
Hembra	LCL	Eje mayor (cm)	1,30	9	1,24	1,36
Hembra	LCL	Eje menor (cm)	0,58	9	0,55	0,61
Hembra	LCL	Área (cm ²)	0,60	9	0,59	0,62
Hembra	LCM	Eje mayor (cm)	1,27	9	1,21	1,33
Hembra	LCM	Eje menor (cm)	0,59	9	0,56	0,63
Hembra	LCM	Área (cm ²)	0,61	9	0,56	0,67
Macho	LCL	Eje mayor (cm)	1,29	9	1,21	1,36
Macho	LCL	Eje menor (cm)	0,55	9	0,52	0,59
Macho	LCL	Área (cm ²)	0,57	9	0,52	0,62
Macho	LCM	Eje mayor (cm)	1,27	9	1,21	1,32
Macho	LCM	Eje menor (cm)	0,54	9	0,49	0,59
Macho	LCM	Área (cm ²)	0,53	9	0,48	0,58

LCL: Ligamento colateral lateral, LCM: ligamento colateral medial, n: Número de muestra LI: Limite inferior, LS: Limite superior.

Tabla 5. Límites de confianza al 95% de la media para las variables con diferencia estadísticamente significativa (eje menor y área) de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal según sexo en ejemplares Pura Sangre Chileno.

Sexo	Variable	Media	n	LI (95%)	LS (95%)
Hembra	Eje menor (cm)	0,58	18	0,56	0,60
Hembra	Área (cm ²)	0,61	18	0,58	0,64
Macho	Eje menor (cm)	0,55	18	0,52	0,57
Macho	Área (cm ²)	0,55	18	0,52	0,58

n: Número de muestra, LI: Limite inferior, LS: Limite superior.

5. Evaluación cualitativa.

El abordaje dorso-anterior colateral descrito anteriormente resultó efectivo para la localización de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal.

Los ligamentos aparecen como una estructura ecogénica de aspecto ovalado y arquitectura homogénea que varía fácilmente dependiendo de la incidencia de exploración del transductor. Presentan en el corte transversal su eje mayor en ubicación antero-posterior y su eje menor perpendicular a éste. (fig. 7).

Inmediatamente más profundo se aprecia la imagen de la depresión de la segunda falange por donde se extienden anatómicamente los ligamentos, esta es la estructura más hiperecogénica visible y se encuentra separada del ligamento por una delgada interfase anecogénica. Cabe señalar que es de valiosa utilidad para la ubicación correcta de los ligamentos.

La visualización de los bordes anteriores, posteriores y la interfase anecogénica entre el ligamento y el hueso permitió la medición del área del corte transversal.

Sólo la porción proximal de los ligamentos colaterales pudo ser explorada, sin lograrse la visualización de su inserción distal dada la presencia del tejido córneo propio del casco.

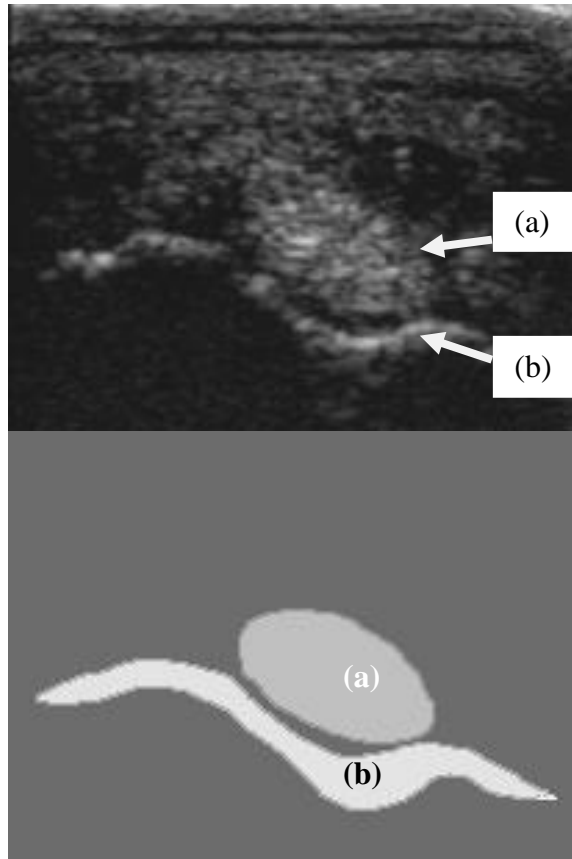


Fig.7: Imagen ultrasonográfica del corte transversal de un ligamento colateral de la articulación interfalángica distal. En la imagen se logra apreciar el corte transversal del ligamento como una estructura ecoica de forma ovalada y arquitectura homogénea (a), además es posible observar, inmediatamente inferior, el contorno óseo de la depresión de la segunda falange (b). La ubicación del transductor es hacia el borde superior del recuadro.

DISCUSIÓN

El presente estudio se fundamenta en la necesidad de obtener mayor y más detallada información sobre estructuras de importancia clínica en ejemplares equinos de raza Pura Sangre Chileno, dentro de estos elementos anatómicos los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal son de gran importancia ya que protagonizan frecuentemente lesiones (desmopatías) siendo una causa importante de claudicación, especialmente en los miembros anteriores (Dyson y Murray, 2004; Reeding, 2007; Schramme y Martinelli, 2008). Además, el pronóstico de estos ejemplares para regresar a la actividad atlética habitual es reservado en la mayoría de los casos (Reeding, 2007; Schramme y Martinelli, 2008). Esta situación sería generada por las características anatómicas y funcionales de los ligamentos colaterales de esta articulación, que es una de las articulaciones más afectadas en el equino durante los movimientos locomotores (Denoix, 1999). La elevada frecuencia de lesiones observada en los miembros anteriores, se explicaría por la ubicación del eje de gravedad del cuerpo del equino que hace soportar más peso a dichas extremidades (60-65% del total) en relación a los miembros posteriores (Kainer, 2004), además que estas extremidades cumplen un importante rol direccional en los movimientos efectuados.

En el ejercicio atlético de los ejemplares de raza Pura Sangre Chileno es posible observar una amplia variedad de movimientos que se realizan en un amplio rango de sentidos, destacando (en el rodeo chileno, por ejemplo) los desplazamientos laterales, tanto al lado derecho e izquierdo que son efectuados a distintas velocidades. Los movimientos se realizan en pequeños lapsos generando continuos momentos de propulsión, aceleración y desaceleración con el correspondiente estrés físico del sistema músculo-esquelético asociado.

La evaluación ultrasonográfica de tejidos blandos ha sido ampliamente reconocida por sus características y seguridad como una fuente de abundante conocimiento en medicina diagnóstica (Holland y Fowlkes, 2006), convirtiéndose en un procedimiento esencial para la evaluación de estructuras articulares, como también un

complemento a otras técnicas de diagnóstico como la radiografía (Denoix, 2001). De esta manera, resulta deseable obtener información ultrasonográfica de estructuras altamente vulnerables a lesiones en los equinos Pura Sangre Chileno como lo son los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal, dadas las características anatómicas y funcionales mencionadas, y la actividad atlética a la que son sometidos.

Para la exploración correcta mediante ultrasonografía de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal, la depilación del sector inmediatamente próximo al rodete coronario, la limpieza de la piel, el humedecerla con alcohol y la utilización de abundante gel de ultrasonografía dieron los mejores resultados en relación a la calidad de la imagen obtenida con el equipo, lo que concuerda con las recomendaciones generales de exploración ecográfica de Nyland *et al.*, (1995) y Craychee, (1995).

En cuanto al procedimiento específico de la exploración ultrasonográfica de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal en equinos; la descripción por parte de Turner y Sage, (2002), de la utilización de un transductor lineal de 7,5 MHz y el método de probar con el transductor la localización de las estructuras de interés en las 10 p.m. y 2 a.m. de la interfase pelo-casco tanto para la exploración dorso-anterior lateral y dorso-anterior medial respectivamente en el caso del miembro anterior izquierdo (estando las 12 horas en el plano sagital dorsal del rodete coronario) resultó efectiva en el presente estudio.

Por otra parte, no fue posible apreciar la inserción distal en ninguno de los ejemplares muestreados por la presencia del tejido corneo del casco, lo que concuerda con lo descrito por Chope, (2007) quien señala que la exploración de solo 1/2 a 2/3 proximales de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal son accesibles a la exploración ultrasonográfica.

A su vez, la forma observada de los ligamentos colaterales en el corte transversal durante la ultrasonografía fue de estructuras ecogénicas de aspecto ovalado tal como lo describen Denoix *et al.*, (2007) y Turner y Sage, (2002), presentando en el corte

transversal su eje mayor en ubicación antero-posterior y su eje menor perpendicular a este.

En cuanto a los valores cuantitativos, los intervalos obtenidos de las mediciones del presente estudio, en el caso del área, fueron de $0,61 \pm 0,03 \text{ cm}^2$ para los ligamentos colaterales de las hembras y de $0,55 \pm 0,03 \text{ cm}^2$ para los machos, sin obtener diferencias estadísticamente significativas entre los ligamentos contralaterales (medial y lateral). Sage y Turner, (2002) por su parte reportan para el área normal del corte transversal de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal un intervalo de valores de $0,63 \pm 0,05 \text{ cm}^2$ y $0,62 \pm 0,04 \text{ cm}^2$ para el medial y el lateral respectivamente y sin indicar diferencias según sexo. Si bien los valores del área del corte transversal de los ligamentos colaterales de las hembras son más similares a los entregados por el estudio de Sage y Turner, (2002), los de los machos son marcadamente distintos. Por otra parte, tales resultados no concuerdan con el presente estudio en lo referente a las estructuras que presentan diferencias estadísticamente significativas, pues se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa en los valores del área y el eje menor entre sexos y no se obtuvo diferencias estadísticamente significativas entre ligamentos colaterales contralaterales, situación contraria a lo deducible del estudio de Sage y Turner, (2002). Esto último podría estar relacionado con el tipo de desplazamiento que realiza el equino Pura Sangre Chileno en su actividad deportiva, donde no hay un aparente predominio de los movimientos en una dirección sobre otra.

Las diferencias estadísticamente significativas entre sexos pueden ser atribuibles a las distintas características raciales entre los ejemplares de ambos estudios, situación que sustenta y apoya la necesidad de identificar y describir las características ecotomográficas propias del equino Pura Sangre Chileno, como también diferencias dentro del grupo en estudio por factores no controlados, como por ejemplo una actividad física impar entre machos y hembras. Pues como bien describe Goodship y Birch (2001), el ejercicio a largo plazo puede influenciar, junto con la edad, el mayor espesor y

cantidad de diversas estructuras de la matriz de ligamentos y tendones, como lo son las fibrillas que forman los fascículos y el tejido del septo interfascicular.

Cabe señalar que el presente estudio incluye resultados con valores cuantitativos del corte transversal de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal que no fueron encontrados en la literatura: eje mayor y eje menor haciéndolo más completo; sin embargo solo el eje menor de la imagen ultrasonográfica del corte transversal de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal del equino Pura Sangre Chileno presentó diferencias estadísticamente significativas entre sexo, midiendo: 0,58 +/- 0,02 cm. y 0,545 +/- 0,025 cm. en hembras y machos respectivamente. Al igual que en el caso del área, no se obtuvo diferencia estadísticamente significativa entre ligamentos colaterales contralaterales. Esta situación podría deberse, al igual que en el caso de los valores del área del corte transversal, a características propias del equino Pura Sangre Chileno, como también, en lo respectivo a las diferencias en tamaño, a una actividad física diferente entre hembras y machos con el consecuente desarrollo impar de sus ligamentos.

En términos generales, las descripciones del método de exploración y las características cualitativas de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal presentes en la literatura concuerdan con los resultados de este estudio. Sin embargo los hallazgos cuantitativos difieren moderadamente de los descritos en publicaciones internacionales, esto sustenta que, si bien la literatura realizada en otros países y otras razas de equinos puede ser una guía adecuada y de bastante utilidad para el clínico en medicina de equinos, un conocimiento profundo y más personalizado requiere de estudios a nivel nacional que permitan dar a conocer y comparar las características propias de los equinos Pura Sangre Chileno, tanto las anatómicas como las asociadas al desarrollo deportivo a nivel nacional.

CONCLUSIONES

- 1) La evaluación ultrasonográfica de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal requiere la depilación y limpieza de la zona anterior inmediatamente próxima al rodete coronario del miembro bajo exploración además de la utilización de abundante gel de ultrasonografía. El humedecer la zona con alcohol mejora la calidad de la imagen.
- 2) Un transductor lineal de 7,5 MHz permite explorar ultrasonográficamente los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal del equino Pura Sangre Chileno.
- 3) Los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal se pueden apreciar colocando el transductor a las 10 p.m. y 2 a.m. en el rodete coronario estando las 12 p.m. en el plano sagital dorso-anterior de esta estructura anatómica.
- 4) Al explorar la articulación transversalmente con ultrasonido se puede apreciar a los ligamentos colaterales como estructuras ecogénicas de aspecto ovalado, presentando su eje mayor en ubicación antero-posterior y su eje menor perpendicular a este.
- 5) Sólo es explorable y medible la porción proximal de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal debido a la presencia más distal del tejido corneo del casco.
- 6) No existe diferencia estadísticamente significativa para las dimensiones de los ligamentos colaterales contralaterales tanto en machos como hembras.

- 7) Existe diferencia estadísticamente significativa para las dimensiones de los ligamentos colaterales entre machos y hembras para las variables: Eje menor y área.
- 8) El eje menor de la imagen ultrasonográfica de corte transversal de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal del equino Pura Sangre Chileno mide: 0,58 +/- 0,02 cm. y 0,545 +/- 0,025 cm. en hembras y machos respectivamente.
- 9) El área de la imagen ultrasonográfica de corte transversal de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica distal del equino Pura Sangre Chileno mide: 0,61 +/- 0,03 cm². y 0,55 +/- 0,03 cm². en hembras y machos respectivamente.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) **ALLEN, A.** 2007. Case Studies. **In:** 53th AAEP Annual Convention, Orlando, Florida, EE.UU. 1-5 Diciembre, 2007. American Association of Equine Practitioners, pp. 276- 278.
- 2) **CHOPE, K.** 2007. Ultrasonography of the Equine Foot. **In:** The North American Veterinary Conference, Orlando, Florida, EE.UU. 13-27 Enero, 2007. American Association of Equine Practitioners, pp. 104-105.
- 3) **CRAYCHEE, T.** 1995. Ultrasonographic Evaluation of Equine Musculoskeletal Injury. **In:** Nyland, T.; Mattoon, J. Veterinary Diagnostic Ultrasound. W.B. Saunders Company. Philadelphia, EE.UU. pp. 265-289.
- 4) **DENOIX, J-M.** 1999. Functional anatomy of the equine interphalangeal joints. **In:** Proceedings of the 45th annual American association of equine practitioners convention, Albuquerque, New Mexico, EE.UU. 5-8 Diciembre, 1999. American Association of Equine Practitioners, pp. 174-177.
- 5) **DENOIX, J-M.; AUDIGIE F.** 2001. Ultrasonographic Examination of Joints in Horses, **In:** 47th AAEP Annual Convention, San Diego, California, EE.UU. 24-28 Noviembre, 2001. pp. 366- 375.
- 6) **DENOIX, J-M.; COUDRY, V.; JACQUET, S.** 2007. Tendon and Ligament Injuries of the Equine Foot, **In:** 10th Geneva Congress of Equine Medicine and Surgery, Geneva, Switzerland. 11-13 Diciembre, 2007. TWYDIL, pp. 157-161.

- 7) **DIAZ, N.; GARRIDO, R.; CASTELLANO, J.** 2007. Ecografía: Principios físicos, ecógrafos y lenguaje ecográfico. [en línea]. < <http://semergente.com/prensa/?p=7> > [consulta: 24-03-2008]

- 8) **DYCE, K; SACK, W; WENSING, G.** 1999. Extremidad torácica del caballo. **In:** Dyce, K; Sack, W; Wensing, G. Anatomía veterinaria, 2ª ed. McGraw-Hill Interamericana, Mexico. pp. 627-668.

- 9) **DYSON, S.; MURRAY, R.** 2004. Collateral Desmitis of the Interphalangeal Joint in 62 horses (January 2001 – December 2003) **In:** 50th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners, Denver, Colorado, 2004. American Association of Equine Practitioners, Lexington KY. [en línea]. <<http://www.ivis.org/proceedings/AAEP/2004/Dyson1/chapter.asp?LA=1>> [consulta: 12-03-2007]

- 10) **FREIRE, E.** 2004. Fundamento biofísico de la exploración ecográfica. [en línea]. < <http://www.mevepa.cl/modules.php?name=news&file=article&sid=414> > [consulta: 25-03-2008]

- 11) **GILL, J.** 1978. Repeated Measurement and Split-Plot Designs **In:** Gill, J. 1978. Design and Analysis of Experiments in the Animal and Medical Sciences. The Iowa State University Press, Iowa, EE.UU. pp. 203-214.

- 12) **GILLIS, C.** 1997. Rehabilitation of Tendon and Ligament Injuries **In:** 43th AAEP Annual Convention, Phoenix, Arizona, EE.UU. 7-10 Diciembre, 1997. American Association of Equine Practitioners, pp. 306- 309.

13) GODOY, A. 1996. Ecotomografía: una nueva alternativa diagnóstica en las afecciones claudicógenas del equino. [en línea]. TECNO VET. Año 2, N°1. <http://www.tecnovet.uchile.cl/CDA/tecnovet_articulo/0,1409,SCID%253D9344%2526ISID%253D444,00.html> [consulta: 12-03-2007]

14) GODOY, A; ODDOY, I. 1995. Diagnóstico ultrasonográfico de la patología de tendones y ligamentos en el equino de deportes. [en línea]. Monografías de Medicina Veterinaria. Vol 17, N°1 y 2. 1995 <http://www.monografiasveterinaria.uchile.cl/CDA/mon_vet_simple/0,1420,SCID%253D14028%2526ISID%253D468%2526PRT%253D14026,00.html> [consulta: 12-03-2007]

15) GOODSHIP, A; BIRCH, H. 2001. Exercise effects on the skeletal tissues. **In:** Back, W; Clayton, H. 2001. Equine Locomotion. WB Saunders. London, England. pp. 236 - 248.

16) HOLLAND, C; FOWLKES, J. 2006. Efectos biológicos y seguridad. **In:** Rumack, C; Wilson, S; Charboneau; Johnson, J. Ecografía Diagnóstica. 3ª ed. ElsevierEspaña. Madrid, España. p. 35.

17) INFOSTAT, 2004. InfoStat versión 2004. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

18) KAINER, R. 2004. Anatomía Funcional de los Órganos Locomotores del Caballo. **In:** Stachak, T. 2004. Adams: claudicación en el caballo, 5ª ed. Inter-médica, Argentina. pp. 1-30.

19) NICOLL, R.; WOOD, A.; MARTIN, I. 1993. Ultrasonographic observations of the flexor tendons and ligaments of the metacarpal region of horses. Am. J. Vet. Res. pp. 505-506.

- 20) NYLAND, T.; MATTOON, J.; WISNER, E.** 1995. Physical Principles, Instrumentation and Safety of Diagnostic Ultrasound. **In:** Nyland, T.; Mattoon, J. Veterinary Diagnostic Ultrasound. W. B. Saunders Co. Philadelphia, EE.UU. pp. 3-29.
- 21) PARKS, A.** 2006. Structure and Function of the Equine Digit in Relation to Palmar Foot Pain. **In:** 52th AAEP Annual Convention, San Antonio, Texas, EE.UU. 2-6 Diciembre 2006. American Association of Equine Practitioners, pp. 190- 196.
- 22) REEDING, W.** 2007. Pathologic conditions Involving the Internal Structures of the Foot. **In:** Floyd, A.; Mansmann, R. 2007. Equine podiatry. 2^a ed. Saunders, Missouri, EE.UU. pp. 269-270.
- 23) REEF, V.B.** 1998. Musculoskeletal Ultrasonography. **In:** Equine Diagnostic Ultrasound W.B. Saunders Co. Philadelphia, EE.UU. p. 560.
- 24) SAGE, A.; TURNER, T.** 2000. Ultrasonography in the Horse with Palmar Foot Pain: 13 cases, **In:** 46th AAEP Annual Convention, San Antonio, Texas, EE.UU. 26-29 Noviembre, 2000. American Association of Equine Practitioners, pp. 380- 381.
- 25) SAGE, A.; TURNER, T.** 2002. Ultrasonography of the Soft Tissues of the Equine Foot, Equine Vet. Educ. 4 (6): 278-283.
- 26) SCHRAMME, M.; MARTINELLI, M.** 2008. Collateral Desmitis of the Coffin Joint. **In:** Robinson, N; Spraynerry, K. 2008. Current Therapy in Equine Medicine. 6^a ed. Saunders, Missouri, EE.UU. pp. 571-578.
- 27) SISSON, S.** 1975. Equine syndesmology. **In:** The anatomy of domestic animals, 5^a ed. W. B. Saunders. Philadelphia, EE.UU. pp. 349-375.

- 28) SMITH, R.K.W.** 1992. A case of superficial digital flexor tendinitis: Ultrasonographic evaluation and treatment with intralesional polysulphated glycosaminoglicans. *Equine Vet. Educ.* 4 (6): 280-285
- 29) TURNER, T.; SAGE, A.** 2002. Desmitis of the interphalangeal collateral ligaments: 22 cases, **In:** 48th AAEP Annual Convention, Orlando, Florida, EE.UU. 4-8 Diciembre 2002. American Association of Equine Practitioners, pp. 343- 346.
- 30) WRIGLEY, R.** 2004. Ecografía de los Tendones, los Ligamentos y las Articulaciones. **In:** Stachak, T. 2004. Adams: claudicación en el caballo, 5^a ed. Inter-médica, Argentina. pp. 315-329.

ANEXOS

Anexo 1.: Resumen de mediciones obtenidas en terreno para las ejemplares hembras.

Miembro anterior izquierdo.						
Ejemplar	Sexo	n°	Eje mayor (cm)	Eje menor (cm)	Área (cm ²)	ligamento
Tapinga	hembra	1	1,25	0,63	0,59	LCL
Tapinga	hembra	1	1,13	0,64	0,53	LCM
Jardinera	hembra	2	1,25	0,53	0,6	LCL
Jardinera	hembra	2	1,29	0,6	0,57	LCM
Presumida	hembra	3	1,32	0,63	0,61	LCL
Presumida	hembra	3	1,35	0,63	0,74	LCM
Cantera	hembra	4	1,34	0,55	0,57	LCL
Cantera	hembra	4	1,2	0,55	0,53	LCM
Rotosa	hembra	5	1,45	0,55	0,64	LCL
Rotosa	hembra	5	1,33	0,63	0,64	LCM
Perdición	hembra	6	1,18	0,55	0,58	LCL
Perdición	hembra	6	1,21	0,6	0,61	LCM
Renata	hembra	7	1,28	0,58	0,62	LCL
Renata	hembra	7	1,26	0,52	0,58	LCM
Plegaria	hembra	8	1,33	0,61	0,62	LCL
Plegaria	hembra	8	1,31	0,55	0,6	LCM
Joaquina	hembra	9	1,32	0,55	0,61	LCL
Joaquina	hembra	9	1,35	0,62	0,72	LCM

LCL: Ligamento colateral lateral, LCM: Ligamento colateral medial.

Anexo 2.: Resumen de mediciones obtenidas en terreno para los ejemplares machos.

Miembro anterior izquierdo.						
Ejemplar	Sexo	nº	Eje mayor (cm)	Eje menor (cm)	Área (cm ²)	ligamento
Retoño	macho	10	1,18	0,52	0,47	LCL
Retoño	macho	10	1,15	0,44	0,4	LCM
Fiestero	macho	11	1,32	0,55	0,61	LCL
Fiestero	macho	11	1,29	0,52	0,57	LCM
Fiestero 2	macho	12	1,4	0,52	0,64	LCL
Fiestero 2	macho	12	1,27	0,52	0,56	LCM
Forcejeo	macho	13	1,37	0,63	0,66	LCL
Forcejeo	macho	13	1,35	0,58	0,6	LCM
Protestao	macho	14	1,14	0,63	0,53	LCL
Protestao	macho	14	1,24	0,66	0,58	LCM
Amargo	macho	15	1,27	0,52	0,53	LCL
Amargo	macho	15	1,22	0,54	0,47	LCM
Esp. el Domingo	macho	16	1,37	0,5	0,63	LCL
Esp. el Domingo	macho	16	1,39	0,55	0,57	LCM
Rebote	macho	17	1,34	0,58	0,56	LCL
Rebote	macho	17	1,27	0,47	0,5	LCM
Risueño	macho	18	1,18	0,53	0,49	LCL
Risueño	macho	18	1,22	0,55	0,51	LCM

LCL: Ligamento colateral lateral, LCM: Ligamento colateral medial.