



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS



**EVALUACIÓN PODOMÉTRICA Y RADIOLÓGICA DE LA  
FALANGE DISTAL Y SU RELACIÓN CON LA  
ENFERMEDAD NAVICULAR EN EQUINOS PURA  
SANGRE CHILENOS**

**MARILUZ TOBAR RUBIO**

Memoria para optar al Título  
Profesional de Médico Veterinario.  
Departamento de Ciencias Clínicas.

**PROFESOR GUIA: DR. ADOLFO GODOY PINTO**

SANTIAGO, CHILE  
2012



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS



**EVALUACIÓN PODOMÉTRICA Y RADIOLÓGICA DE LA  
FALANGE DISTAL Y SU RELACIÓN CON LA  
ENFERMEDAD NAVICULAR EN EQUINOS PURA  
SANGRE CHILENOS**

**MARILUZ TOBAR RUBIO**

Memoria para optar al Título  
Profesional de Médico Veterinario.  
Departamento de Ciencias Clínicas.

NOTA FINAL: .....

		NOTA	FIRMA
PROFESOR GUÍA	: ADOLFO GODOY P.	.....	.....
PROFESOR CONSEJERO	: VALERIA ROJAS E.	.....	.....
PROFESOR CONSEJERO	: VÍCTOR TOLEDO G.	.....	.....

**SANTIAGO, CHILE**  
2012

## ÍNDICE DE MATERIAS

PÁGINA

<b>RESUMEN.</b>	
<b>SUMMARY.</b>	
<b>INTRODUCCIÓN.</b>	<b>1</b>
<b>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.</b>	<b>3</b>
Breve reseña sobre el caballo Fina Sangre Chileno	3
Anatomía de la porción palmar del casco	4
Aspectos anatómicos y biomecánicos del hueso navicular	8
Conformación del caballo, aplomos y equilibrio del casco	10
Técnicas objetivas para evaluar conformación	19
Síndrome navicular	20
Diagnóstico radiográfico	24
<b>OBJETIVOS.</b>	<b>31</b>
<b>MATERIAL Y MÉTODOS.</b>	<b>32</b>
Tamaño de muestra	32
Estudio radiográfico	32
Mediciones conformacionales	35
Evaluación radiográfica del hueso navicular	37
Análisis estadístico	38
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.</b>	<b>39</b>
<u>Mediciones conformacionales</u>	39
Variables del casco (distancias)	39
Mediciones de ángulos y relaciones	45
<u>Coefficiente de correlación de Spearman <math>\rho</math></u>	52
<b>CONCLUSIONES.</b>	<b>57</b>
<b>REFERENCIAS.</b>	<b>59</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Tabla N° 1:</b> Clasificación radiográfica del hueso navicular (Dik, 1992).	<b>37</b>
<b>Tabla N° 2:</b> Variables conformacionales del casco (distancias) en miembro anterior derecho (MAD) e izquierdo (MAI), en equinos Pura Sangre Chilenos. Vista dorso palmar.	<b>40</b>
<b>Tabla N° 3:</b> Variables conformacionales del casco (distancias) en miembro anterior derecho (MAD) e izquierdo (MAI), en equinos Pura Sangre Chilenos. Vista latero medial.	<b>40</b>
<b>Tabla N° 4:</b> Variables conformacionales del casco (distancias) en miembro anterior derecho (MAD) e izquierdo (MAI), según edad, en equinos Pura Sangre Chilenos. Vista dorso palmar.	<b>41</b>
<b>Tabla N° 5:</b> Variables conformacionales del casco (distancias) en miembro anterior derecho (MAD) e izquierdo (MAI), según edad, en equinos Pura Sangre Chilenos. Vista latero medial.	<b>41</b>
<b>Tabla N° 6:</b> Clasificación del hueso navicular (según Dik, 1992), en MAD, para las variables conformacionales del casco (distancias), en equinos Pura Sangre Chilenos. Vista dorso palmar.	<b>42</b>
<b>Tabla N° 7:</b> Clasificación del hueso navicular (según Dik, 1992), en MAI, para las variables conformacionales del casco (distancias), en equinos Pura Sangre Chilenos. Vista dorso palmar.	<b>43</b>
<b>Tabla N° 8:</b> Clasificación del hueso navicular (según Dik, 1992), en MAD, para las variables conformacionales del casco (distancias), en equinos Pura Sangre Chilenos. Vista latero medial.	<b>44</b>
<b>Tabla N° 9:</b> Clasificación del hueso navicular (según Dik, 1992), en MAI, para las variables conformacionales del casco (distancias), en equinos Pura Sangre Chilenos. Vista latero medial.	<b>44</b>
<b>Tabla N° 10:</b> Ángulos del casco en miembro anterior derecho (MAD) e izquierdo (MAI) en equinos Pura Sangre Chilenos. Vista dorso palmar.	<b>46</b>
<b>Tabla N° 11:</b> Ángulos del casco y relaciones en miembro anterior derecho (MAD) e izquierdo (MAI) en equinos Pura Sangre Chilenos. Vista latero medial.	<b>46</b>

<b>Tabla N° 12:</b> Ángulos del casco en miembro anterior derecho (MAD) e izquierdo (MAI), según edad, en equinos Pura Sangre Chilenos. Vista dorso palmar.	<b>47</b>
<b>Tabla N° 13:</b> Ángulos del casco y relaciones en miembro anterior derecho (MAD) e izquierdo (MAI), según edad, en equinos Pura Sangre Chilenos. Vista latero medial.	<b>47</b>
<b>Tabla N° 14:</b> Clasificación del hueso navicular (según Dik, 1992), en MAD, para los ángulos del casco, en equinos Pura Sangre Chilenos. Vista dorso palmar.	<b>48</b>
<b>Tabla N° 15:</b> Clasificación del hueso navicular (según Dik, 1992), en MAI, para los ángulos del casco, en equinos Pura Sangre Chilenos. Vista dorso palmar.	<b>49</b>
<b>Tabla N° 16:</b> Clasificación del hueso navicular (según Dik, 1992), en MAD, para las variables angulares del casco y relaciones, en equinos Pura Sangre Chilenos. Vista latero medial.	<b>50</b>
<b>Tabla N° 17:</b> Clasificación del hueso navicular (según Dik, 1992), en MAI, para las variables angulares del casco y relaciones, en equinos Pura Sangre Chilenos. Vista latero medial.	<b>50</b>
<b>Tabla N° 18:</b> Coeficiente de correlación de Spearman ( $\rho$ ) entre las variables podométricas del casco y clasificación del hueso navicular, en miembro anterior derecho. Vista dorso palmar.	<b>55</b>
<b>Tabla N° 19:</b> Coeficiente de correlación de Spearman ( $\rho$ ) entre las variables podométricas del casco y clasificación del hueso navicular, en miembro anterior izquierdo. Vista dorso palmar.	<b>55</b>
<b>Tabla N° 20:</b> Coeficiente de correlación de Spearman ( $\rho$ ) entre las variables podométricas del casco y clasificación del hueso navicular, en miembro anterior derecho. Vista latero medial.	<b>56</b>
<b>Tabla N° 21:</b> Coeficiente de correlación de Spearman ( $\rho$ ) entre las variables podométricas del casco y clasificación del hueso navicular, en miembro anterior izquierdo. Vista latero medial.	<b>56</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Figura N° 1:</b> Representación esquemática lateral y palmar de las estructuras del dedo y casco (Bowker, 2011).	<b>4</b>
<b>Figura N° 2:</b> Representación esquemática lateral de las estructuras del dedo (Bowker, 2011).	<b>5</b>
<b>Figura N° 3:</b> Esquema de las principales arterias del pie (Pollit, 1998).	<b>7</b>
<b>Figura N° 4:</b> Ligamentos presentes en el hueso navicular (Denoix, 2000).	<b>9</b>
<b>Figura N° 5:</b> Representación esquemática del eje podo falángico ideal y el concepto de eje quebrado (Ross y Wayne, 2011).	<b>10</b>
<b>Figura N° 6:</b> Diagrama que representa el concepto de línea de aplomo (Ross y Wayne, 2011).	<b>12</b>
<b>Figura N° 7:</b> Eje podo falángico ideal (Pollit, 1998).	<b>14</b>
<b>Figura N° 8:</b> Eje podo falángico quebrado hacia atrás (Pollit, 1998).	<b>15</b>
<b>Figura N° 9:</b> Eje podo falángico quebrado hacia adelante (Pollit, 1998).	<b>16</b>
<b>Figura N° 10:</b> Equilibrio medial-lateral ideal (Pollit, 1998).	<b>16</b>
<b>Figura N° 11:</b> Vista dorso palmar (apoyado).	<b>33</b>
<b>Figura N° 12:</b> Vista latero medial.	<b>33</b>
<b>Figura N° 13:</b> Vista dorso proximal-pálmaro distal oblicua.	<b>34</b>
<b>Figura N° 14:</b> Vista pálmaro proximal-pálmaro distal oblicua.	<b>34</b>
<b>Figura N° 15:</b> Distancias y ángulos del casco en vista dorso palmar.	<b>35</b>
<b>Figura N° 16:</b> Variables del casco (distancias) en vista latero medial.	<b>36</b>
<b>Figura N° 17:</b> Ángulos del casco en vista latero medial.	<b>36</b>

## RESUMEN

El equino pura sangre Chileno presenta características propias, destacando cuartillas cortas en relación a un gran tamaño corporal y cascos pequeños y cerrados de atrás, lo que predispone a problemas a nivel del dedo. Las lesiones músculo esqueléticas son una razón común de consulta y generalmente se utilizan radiografías como apoyo al diagnóstico y pronóstico. El hueso navicular, proporciona un ángulo constante de inserción y mantiene la ventaja mecánica del tendón flexor digital profundo, el cual ejerce grandes fuerzas compresivas en el tercio distal del hueso. En algunos caballos con mala conformación y alteraciones de los parámetros podométricos del pie, se pueden ejercer mayores fuerzas sobre el hueso sesamoideo distal, predisponiendo a enfermedad navicular.

El presente estudio se realizó en 26 caballos pura sangre chilenos de la Región Metropolitana, los que fueron sometidos a despalme en un lapso no mayor a 30 días. Se emplearon ejemplares de ambos sexos y se dividieron en dos grupos etarios: menor de 10 años y mayor o igual a 10 años. Se radiografiaron ambos miembros. Para el análisis de conformación se utilizaron las vistas dorso palmar y latero medial; y, para evaluar el hueso navicular, las vistas latero medial, dorso proximal-pálmaro distal oblicua y pálmaro proximal-pálmaro distal oblicua. Se obtuvieron 10 variables en la vista dorso palmar y 11 variables en la vista latero medial. El hueso navicular se evaluó radiográficamente siguiendo la clasificación reportada por Dik (1992), que consiste en la puntuación del hueso del grado 0 al 4. Se realizó un análisis de varianza para determinar diferencias entre medias de las variables según miembro y edad y prueba de Tukey para comparar las medias según clasificación del hueso navicular. Para determinar asociación o interdependencia entre variables podométricas del casco y clasificación del hueso navicular se utilizaron coeficientes de correlación de Spearman.

Los resultados indicaron que en las vistas dorso palmar y latero medial no se observan diferencias por mano, ni por grupo etario ( $p > 0,05$ ). En la vista dorso palmar, existen variables podométricas que influyen en la calidad del hueso navicular como la longitud de la muralla lateral, altura de la articulación interfalángica distal y altura lateral y medial del rodete coronario ( $p \leq 0,05$ ). Mientras en la vista latero medial, las variables correspondientes a ángulos relacionados con la superficie de apoyo influyen en la calidad del hueso navicular ( $p \leq 0,05$ ). En la vista dorso palmar existen asociaciones entre variables podométricas que evidencian un equilibrio en el aspecto medial y lateral del

casco, mientras que en la vista latero medial, este equilibrio se evidencia en el aspecto dorsal y palmar del casco. En las vistas dorso palmar y latero medial existe asociación entre variables podométricas, y daño estructural del hueso sesamoideo distal, en este sentido, el eje podo falángico juega un rol fundamental, debido a que cualquier variable podométrica que lo altere, genera consecuencias en el hueso navicular.

**Palabras clave:** Variables podométricas, variables radiográficas, síndrome navicular.



## SUMMARY

The Chilean pure blood horse has a characteristic short pastern related to a large body and small hoof. These anatomical considerations predispose to toe alterations. Musculoskeletal injuries are a common reason for consultation and x-rays are often used to support the diagnosis and prognosis. The navicular bone provides a constant angle of insertion and maintains the mechanical advantage of the deep digital flexor tendon, which exerts great compressive forces in the coffin bone. In some horses with poor conformation and altered foot podometric parameters, can exert greater forces on the distal sesamoid bone, navicular syndrome predisposing.

This study was conducted in 26 Chilean pure blood horses in the Metropolitan Region of Chile. All horses had been trimmed by a qualified farrier in a period not exceeding thirty days. Specimens of both genders were used and were divided into age groups under 10 and greater than or equal to 10 years old. Both members were radiographed. For conformation analysis palmar, dorsal, latero-medial views were used, and to evaluate the navicular bone, the latero-medial and palmaroproximal-palmarodistal oblique views were taken. 10 variables were obtained in the palmar and dorsal views, and 11 variables in the latero-medial view were analyzed. The navicular bone was radiographed and evaluated according the classification reported by Dik (1992), which score the bone in a 5 point-scale (0 to 4). Differences between the average values and age was determined by ANOVA and a Tukey test to compare the average values according to classification of the navicular bone was done. Spearman correlation coefficient was used to determine association or interdependence between podometric variables and classification of the navicular bone.

No differences between the dorso-palmar and latero-medial views were noticed when compared by hand or by age group ( $p > 0.05$ ). In the dorso-palmar view, the lateral hoof wall length, height of the distal interphalangeal joint and medial and lateral height of the coronet showed to influence the quality of the navicular bone ( $p \leq 0.05$ ). While in the latero-medial view, angles corresponding to the supporting surface showed involvement in the quality of the navicular bone ( $p \leq 0.05$ ). Associations between the dorso-palmar view and the podometrics variables showed a balance in the medial and lateral aspect of the hoof. In the other hand, in the latero-medial view, this balance is evident in the dorsal and palmar aspect of the hoof. Also, association between the podometric variables and structural

damage of the distal sesamoid bone were noticed when dorsal-palmar and latero-medial views were analyzed, in this sense, podo phalangeal axis plays a key role, because any variable that alters podometrics generates consequences in the navicular bone.

**Keywords:** podometrics variables, radiographic variables, navicular syndrome.

## INTRODUCCIÓN

El equino Pura Sangre Chileno ha pasado desde sus inicios por una rigurosa selección, llegando al caballo actual el cual tiene marcadas características propias de la raza. Entre las características más representativas de la encontramos una alzada pequeña, contextura redondeada, cabeza con perfil acarnerado, orejas pequeñas, crines gruesos y extremidades cortas. Además, destaca en esta raza, un gran tamaño corporal en relación a sus cuartillas cortas, cascos pequeños y cerrados de atrás, lo que puede predisponer a problemas, especialmente a nivel del pie.

Es ampliamente aceptado que la conformación física de un caballo determina la forma como se mueve, así como también es reconocida la relación existente entre la conformación, especialmente de las extremidades distales, y el desarrollo de claudicaciones (Ross y Wayne, 2011). El valor de los equinos se determina en gran parte por la condición de sus miembros y cascos. Por consiguiente, las lesiones del sistema músculo esquelético en todas las razas y tipos de caballos son una razón muy común de consulta veterinaria, para la cual, frecuentemente, es necesaria la utilización de radiografías como apoyo al diagnóstico y pronóstico del ejemplar (Mendoza, 2008).

A medida que el equino se va acondicionando al ejercicio, el nivel de exigencia de éste debe ir aumentando progresivamente, lo que permite su adaptación física y mental al ejercicio (Mundy, 1997). Sin embargo, no siempre se sigue esta regla en la preparación de caballos de deporte, lo que incluye al caballo Pura Sangre Chileno; esto junto a las diferencias de tamaño antes mencionadas, predisponen a problemas a nivel del dedo.

Lograr que el equino alcance el máximo de su condición deportiva no es fácil. El ejercicio excesivo, no controlado, puede debilitar y provocar el colapso de los principales sistemas corporales del animal, causándole trastornos como inapetencia, depresión y quizás lo más importante, lesiones a nivel de su sistema locomotor. Las lesiones deportivas resultan normalmente de la imposición de repetidos eventos estresantes que exceden la capacidad de los tejidos. La magnitud del estrés y por ende la probabilidad de lesión dependen frecuentemente del balance y conformación, los que son de gran importancia en la mantención de una función óptima del miembro y en la limitación de lesiones deportivas (Parks, 2011).

El hueso navicular o sesamoideo distal, el cual articula con la falange media y distal, proporciona un ángulo constante de inserción, y mantiene la ventaja mecánica del tendón del músculo flexor digital profundo (TFDP), el cual ejerce grandes fuerzas compresivas en el tercio distal del hueso (Dyson, 2011). En algunos caballos, como consecuencia de una mala conformación y de la alteración de los parámetros podométricos del pie, se pueden ejercer mayores fuerzas sobre el hueso navicular, predisponiendo a estos caballos a la enfermedad navicular (Eliashar *et al.*, 2004).

Se sabe que este tipo de lesión pone en riesgo la vida atlética del equino dedicado a diferentes deportes, independiente de la raza. Si bien es cierto existen antecedentes en animales destinados a deportes ecuestres, salto y carreras no se dispone de información al respecto en el caballo Pura Sangre Chileno, lo cual hace necesario evaluar desde un punto de vista podométrico la falange distal en esta raza y relacionarlo con las características radiológicas y así contribuir al estudio de la enfermedad navicular.

## **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

Los caballos son atletas que usan sus extremidades para su fin, por lo que presentan una mayor incidencia de lesiones radicadas en el sistema músculo esquelético (Corvalán, 2008). Debido al uso actual de los equinos de deporte, su valor se determina en gran parte por la condición de sus miembros y cascos (Stashak, 2002). Es por esto que el aparato locomotor es el factor de mayor importancia para los propietarios de los equinos, y, en consecuencia, debe prestársele debida atención (Butendieck, 1982), ya que una mala conformación de los miembros contribuye o puede ser la causa de ciertos problemas claudicógenos (Stashak, 2002).

### **Breve reseña sobre el caballo Pura Sangre Chileno:**

La introducción del caballo a Chile fue en el año 1546, desde el Perú. Posteriormente, hasta el siglo XVIII ingresaron caballos al país desde Argentina. Sin embargo, el origen es el mismo, ya que todos descendían de caballos traídos por los españoles desde el segundo viaje de Colón a América (Kinast, 2001).

El caballo fue sometido a un trabajo duro en un territorio difícil y montañoso como el chileno, endureció sus cascos y tendió a recoger su amplitud de silla, estimuló a fortalecer su musculatura en general, y del cuarto posterior especialmente; el variado y desigual régimen de pastos, en las diferentes estaciones del año, lo hizo más sobrio y disminuyó su desarrollo. Debido a esto se desarrolló un tipo de caballo musculoso, modelado en fuerza y ágil en sus movimientos, con características de un caballo acampado, dadas por su temperamento, vitalidad, mirada vivaz, además de poseer aptitudes de silla, condiciones vaqueras y gran inteligencia y docilidad (Letelier, 1949).

En 1937 se fijó el estándar para el caballo de raza chilena por la Asociación Nacional de Criadores de Caballos Criollos (organismo rector de todo lo que concierne a la raza criolla chilena). Estas normas se mantuvieron hasta 1977, cuando la asociación estimó conveniente hacer modificaciones. El nuevo estándar fue ratificado por la Federación Internacional de Criadores de Caballos Criollos (Pinochet, 1980).

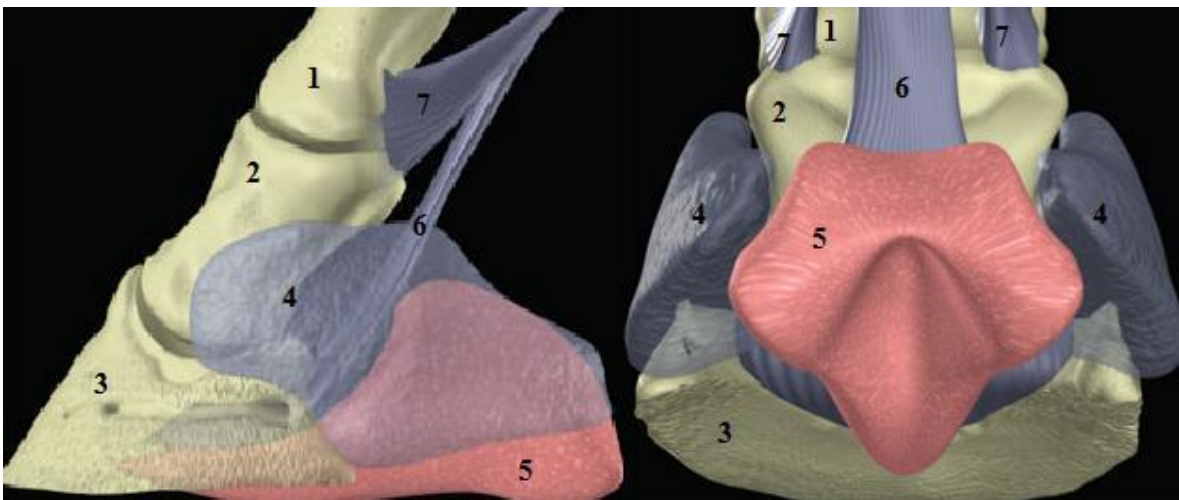
La crianza del caballo de raza criolla chilena ha venido desarrollándose en las últimas décadas como resultado del auge del rodeo y su afiliación a la ex Dirección

General de Deportes (DIGEDER); hoy llamada Instituto Nacional de Deporte (Kinast, 2001).

### **Anatomía de la porción palmar del casco:**

La porción palmar del casco consta de varias estructuras importantes que funcionan soportando el pie y la extremidad del caballo, así como son una parte integral de los mecanismos de disipación de energía presentes dentro de cada extremidad. Estas estructuras palmares del pie incluyen los cartílagos del casco (también llamados cartílagos colaterales laterales o ungulares), el cojinete digital, la ranilla y una extensa red vascular (Figura N°1). Aunque cada una de estas estructuras está presente en todos los cascos, las características morfológicas y composición de tejidos varían extensamente entre caballos, lo cual puede ser responsable de la dispar eficiencia en la habilidad de disipar energía (Bowker, 2011).

**Figura N° 1:** Representación esquemática lateral y palmar de las estructuras del dedo y casco (Bowker, 2011).



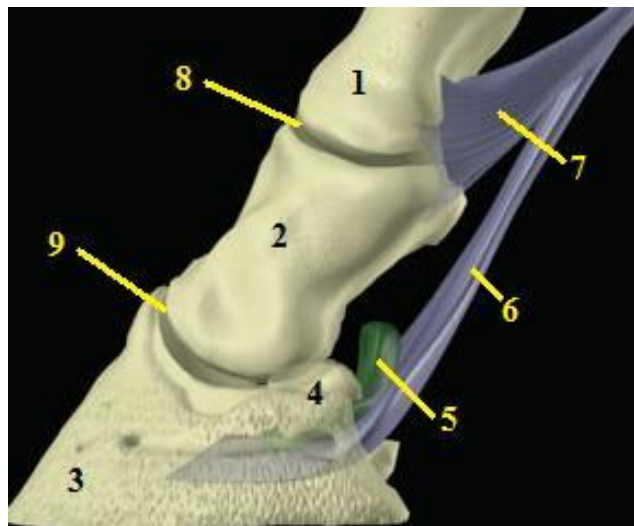
1. Falange proximal 2. Falange media 3. Falange distal 4. Cartílago ungular 5. Cojinete digital 6. Tendón del músculo flexor digital profundo 7. Tendón del músculo flexor digital superficial.

El término “talones” simplemente se refiere a la porción más palmar del casco. Como corresponde a una descripción tan vaga, se ha determinado que se extienden palmarmente desde su unión con los cuartos. Los talones incluyen los ángulos de la suela,

la inflexión de la muralla y los bulbos de los talones así como todos los tejidos revestidos por ellos (Parks, 2006).

Las estructuras que son consideradas dentro o rodeadas por los talones incluyen (Figura N° 2): el hueso navicular, aspecto palmar de la falange distal, cartílagos ungulares, bolsa navicular, aspecto palmar de la articulación inter falángica distal, aspecto distal del tendón del músculo flexor digital profundo, vasos y nervios asociados y el casco (Parks, 2006).

**Figura N° 2:** Representación esquemática lateral de las estructuras del dedo (Bowker, 2011).



1. Falange proximal 2. Falange media 3. Falange distal 4. Hueso navicular 5. Bolsa navicular 6. Tendón del músculo flexor digital profundo 7. Tendón del músculo flexor digital superficial 8. Articulación inter falángica proximal 9. Articulación inter falángica distal.

Los cartílagos, medial y lateral del casco, se extienden desde la superficie palmar de la falange distal hasta los bulbos de los talones como grandes hojas verticales, mientras que el cojinete digital se encuentra entre los cartílagos medial y lateral del pie y se extiende dorsalmente hacia la superficie solar de la falange distal, distal al tendón del músculo flexor digital profundo. Asociada a cada cartílago del casco hay una red venosa que conecta con los vasos venosos bajo la falange distal y los vasos asociados con la dermis de la muralla del casco. La microvasculatura venosa forma un sistema hidráulico que se cree proporciona el mecanismo por el cual son disipadas las energías de impacto del suelo antes de que estas

fuerzas sean transmitidas y dañen el hueso y otros tejidos conectivos dentro del casco. Los caballos con un sistema hidráulico bueno o excelente deberían ser más eficientes en la disipación de energía, comparados con caballos con cascos con redes hidráulicas adecuadamente menos desarrolladas (Bowker, 2011).

Los cartílagos del casco se encuentran bajo la piel y dermis y el plexo venoso coronario y han sido previamente descritos con forma romboide, con una superficie convexa abaxial y una superficie cóncava axial. Los cartílagos son más delgados en los talones, pero se van engrosando cerca de la falange distal y adelgazan levemente al insertarse en ésta. Son más gruesos en los miembros anteriores que posteriores (Bowker, 2011).

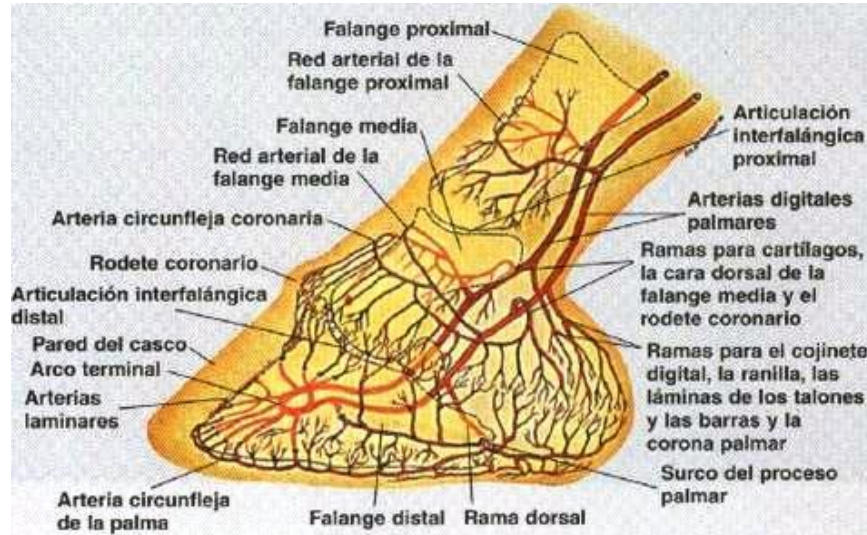
Varios ligamentos conectan los cartílagos del casco a las falanges así como al hueso navicular. Los ligamentos condroungulares unen el cartílago a la falange distal a lo largo del proceso palmar, mientras que los ligamentos condrocoronales medial y lateral unen el cartílago a la mitad proximal de la falange media. Los ligamentos medial y lateral de los cartílagos del pie (ligamentos condroungulares colaterales) unen el cartílago al ángulo de la falange distal. Los ligamentos condrosesamoideos pares, unen la superficie axial del cartílago al hueso navicular. Un par de ligamentos elásticos se extienden entre la falange proximal y la superficie proximal de los cartílagos del casco. Estos ligamentos son más prominentes en caballos grandes, como las razas de tiro. Los ligamentos cruzados de los cartílagos del casco (ligamentos condroungulares cruzados) conectan la superficie axial de los cartílagos a los procesos palmares del lado opuesto del casco. Dentro del cojinete digital hay tractos de fibras irradiando desde el tejido conectivo ventral a la unión del tendón del músculo flexor digital profundo, a través del cojinete digital a la superficie axial de los cartílagos del casco (Bowker, 2011).

Cada cartílago está perforado por numerosos agujeros vasculares (Figura N° 3), el número de estos varía dependiendo del grosor del cartílago. Dentro de los canales vasculares hay una gran vena central, con una rica red de microvasos denominada anastomosis veno-venosa. Estos microvasos salen de la vena central y después de un curso variable dentro de los canales vasculares reingresan a la misma vena. Muchos de los canales vasculares están presentes en un nivel distal del cartílago, pero en aquellos cascos con cartílagos relativamente gruesos, hay más canales vasculares proximalmente comparados con cascos con cartílagos más delgados. Las venas se fusionan proximal al



cartílago en un plexo venoso antes de unirse para formar las venas digitales palmares medial y lateral (Bowker, 2011).

**Figura N° 3:** Esquema de las principales arterias del pie (Pollit, 1998).



El cojinete digital es una especialización de los tejidos subcutáneos que recubre a la ranilla (Parks, 2006). Consiste de una malla de colágeno y paquetes de fibras elásticas, con pequeñas áreas de tejido adiposo, que se encuentra entre los cartílagos del casco, extendiéndose dorsalmente como un tejido en forma de cuña unido al tendón del músculo flexor digital profundo y la superficie solar de la falange distal, cerca de la inserción distal de dicho tendón. Recubre a la ranilla y su dermis y la proyección axial desde los cartílagos del casco. Proximal y dorsalmente, el cojinete digital se fusiona con el ligamento sesamoideo impar distal y sobresale hacia los bulbos de los talones, los cuales están separados superficialmente por un surco central poco profundo. Algunos caballos tienen áreas de fibrocartílago en el cojinete digital y, si están presentes, se extienden entre los cartílagos del casco y el tendón del músculo flexor digital profundo. Dos arterias pasan a través del cojinete digital hacia el área distal a éste, pero proximal a la proyección axial de los cartílagos del casco, y luego se ramifican extensamente para suplir a la ranilla. Sólo se ramifican unos pocos vasos a través del cojinete digital desde estas dos arterias (Bowker, 2011).

La evidencia de algunos estudios sugiere que la principal función de los talones es la disipación de energía durante la fase de impacto del paso. Por lo tanto, cualquier

conformación o desbalance que perjudique esta función natural es probable que conduzca a una enfermedad, debido a que la mayoría de las lesiones asociadas con los talones están relacionadas con lesiones inducidas por estrés. Las lesiones inducidas por estrés se deben tanto a la función de las estructuras del talón como a la severidad del trabajo realizado. Esto quiere decir que la lesión puede ocurrir en cualquier caballo si la injuria es suficientemente grave, pero si hay una predisposición anatómica debido a un anormal balance o conformación, o una manipulación del herrero que concentre el estrés, entonces será más probable que ocurra una lesión en un trabajo sub maximal (Parks, 2006).

### **Aspectos anatómicos y biomecánicos del hueso navicular:**

Para la interpretación de los signos óseos asociados al síndrome navicular, es un prerrequisito indispensable el conocer la anatomía del hueso navicular del caballo (Gabriel *et al.*, 1994).

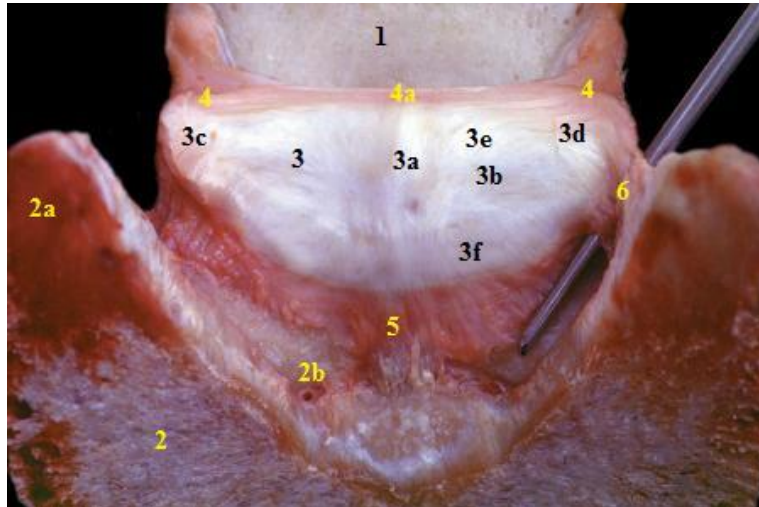
El hueso navicular (hueso sesamoideo distal) está localizado entre la inserción del tendón del músculo flexor digital profundo y la articulación interfalángica distal (Sisson *et al.*, 1999). Puede ser de forma trapezoide, pero frecuentemente la corteza flexora tiene elongaciones proximales y/o distales. El grosor de la corteza flexora del hueso navicular es variable (Butler *et al.*, 2000). La superficie articular proximal y dorsal del hueso navicular está revestida de cartílago hialino, al igual que su porción distal, articulando la primera con la superficie distal y palmar de la falange media y la segunda con la falange distal; en cambio, la superficie palmar está cubierta por fibrocartílago y posee una pequeña elevación que provee una superficie de apoyo lisa para el tendón del músculo flexor digital profundo (Pleasant y Crisman, 1997).

Entre la superficie palmar del hueso navicular y el tendón del músculo flexor digital profundo, se localiza la bolsa navicular (Sisson *et al.*, 1999). Ésta se extiende desde alrededor de 1,5 cm proximal al hueso navicular y distalmente hasta la inserción del tendón del músculo flexor digital profundo en la tercera falange (Hoffer, 1982), no estando comunicada directamente con la articulación interfalángica distal (Gibson, 1990).

Tres son los ligamentos que soportan el hueso navicular (Figura N° 4), dos ligamentos sesamoideos colaterales ubicados proximalmente y a ambos extremos del hueso navicular, los cuales se insertan en la falange distal y el ligamento sesamoideo impar distal,

el cual se ubica en la superficie distal del hueso insertándose en la superficie palmo proximal de la falange distal (Sisson *et al.*, 1999).

**Figura N° 4:** Ligamentos presentes en el hueso navicular (Denoix, 2000).



1. Falange media 2. Falange distal 2a. Procesos palmares 3. Hueso navicular 3a. Cresta sagital 3b. Superficie flexora 3c. Ángulo lateral 3d. Ángulo medial 3e. Borde proximal 3f. Borde distal 4. Ligamentos sesamoideos colaterales 4a. Unión sagital 5. Ligamento sesamoideo impar distal 6. Ligamentos condro sesamoideos.

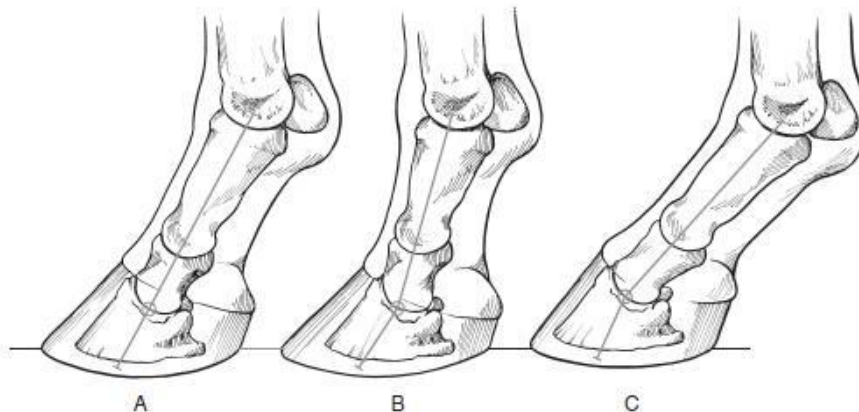
Es debido a su disposición y conformación anatómica, que el hueso navicular puede cumplir con sus funciones. La primera es aquella en la cual el hueso, junto a la bolsa navicular, procuran una superficie lisa de deslizamiento para el tendón del músculo flexor digital profundo, además de permitir al hueso reorientar la fuerza ejercida por este mismo tendón, siguiendo el eje de la cuartilla y manteniendo su ángulo de inserción en la tercera falange (Mendoza, 2008). La segunda función se debe a la gran superficie articular del hueso navicular y su privilegiada posición que lo hacen movable y deformable. De esta manera, ambas funciones cumplen un rol anti-concusión al curso de la marcha, debido a que las arremetidas en ejercicio, sobre la falange distal están disminuidas, por la redistribución de las fuerzas hacia la falange media y el hueso navicular (Stashak, 2002).

La función primaria del hueso navicular es proporcionar un ángulo constante de inserción para el TFDP. La alineación de las trabéculas en el hueso esponjoso del hueso navicular sugiere que la principal fuerza experimentada por el hueso navicular es la compresión por el TFDP (Waguespack y Hanson, 2010). Sin embargo, por lo menos tres

serían las fuerzas que actuarían sobre el hueso navicular: fuerzas de compresión desde el tendón del músculo flexor digital profundo, fuerzas de compresión desde la segunda falange y fuerzas de tensión desde los ligamentos sesamoideos. La magnitud y efecto de estas fuerzas estarían directamente relacionados con el peso, conformación y uso del caballo. Es así, que en caballos demasiados pesados, de gran envergadura y de cascos pequeños y/o desbalanceados, al estar sobre exigidos, se incrementan notablemente estas fuerzas (Pleasant y Crisman, 1997).

Las fuerzas se ven modificadas por un desbalance de la mano producido por la modificación del eje podal y falángico podal, que juntos forman el eje podal falángico (Figura N°5), el primero corre contiguo y axialmente al eje falángico a través de la falange distal y paralelo a la dorsal de este hueso, el segundo corresponde a la línea imaginaria que pasa por el centro de la cuartilla y la corona. La conformación ideal de este eje podal falángico es una línea recta no quebrada, esta línea puede ser quebrada hacia adelante o quebrada hacia atrás lo que cambia las fuerzas de compresión y tensión sobre el hueso navicular, sometándolo a estrés (Wright y Douglas, 1993).

**Figura N° 5:** Representación esquemática del eje podal falángico ideal y el concepto de eje quebrado (Ross y Wayne, 2011)



A. Eje podal falángico ideal B. Eje quebrado hacia atrás C. Eje quebrado hacia adelante.

### **Conformación del caballo, aplomos y equilibrio del casco:**

Aunque muchos problemas de claudicación se producen en la parte inferior del miembro, los factores causales pueden estar localizados en la parte superior del mismo o

en el cuerpo; por lo tanto, se debe considerar la conformación en su totalidad (Baxter *et al.*, 2011).

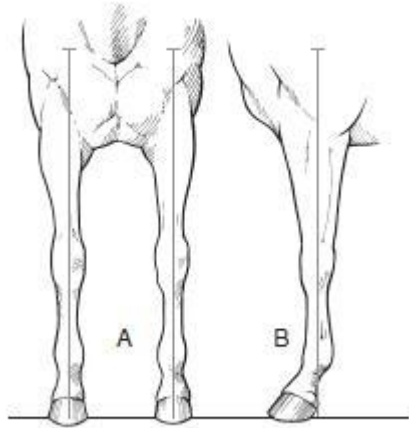
La conformación se refiere al aspecto físico y al delineamiento de un caballo, dictaminado de forma primaria por las estructuras óseas y musculares (Baxter *et al.*, 2011). No es práctico establecer un único estándar de perfección o definir de manera específica la conformación ideal o normal, debido a que las pautas dependerían de la clasificación, el tipo, la raza y el uso de los caballos. Por lo tanto una evaluación de la conformación debe relacionarse con la función (Stashak, 2002). La conformación determina la forma, el uso, la trayectoria del pie y la distribución del peso (Ross y Wayne, 2011). Una evaluación de la conformación debe relacionarse con la función, pero los estudios objetivos que relacionen características conformacionales con rendimiento o con problemas de claudicación pueden ser difíciles de realizar (Baxter *et al.*, 2011).

Todos los evaluadores de cojeras deberían considerar la conformación brevemente al comienzo de cada examen. El clínico debe evaluar al caballo desde lejos, el balance del animal en su conjunto, ángulos y longitudes, postura y simetría. También debe recordar que hay caballos de todas las formas, tamaños y tipos, por lo tanto, la conformación varía de acuerdo a esto. Sin embargo, una buena conformación no es sinónimo de éxito, y aunque caballos con ciertos tipos corporales tienden a tener largas zancadas y son más atléticos que otros; la inteligencia, la agresividad, el deseo de ganar, y otros factores intangibles son importantes (Ross y Wayne, 2011).

La evaluación de la conformación debe ser una parte integral en el diagnóstico de una claudicación y tiene cuatro componentes básicos: evaluación del balance, longitudes-ángulos-alturas, musculatura y conformación de miembros. Todos están entrelazados, pero deben ser evaluados en forma separada, considerando todo el caballo, no sólo los miembros y luego en forma integrada. El médico veterinario debe evaluar al caballo en un terreno firme y nivelado, preferiblemente en una superficie lisa antideslizante que no dificulte la visión del pie (Ross y Wayne, 2011).

El concepto de la línea de aplomo permite la evaluación de cada miembro desde el frente o atrás y de lado (Figura N° 6). Por ejemplo, una línea vertical desde el punto del hombro (encuentro) debe bisectar el miembro. El médico veterinario también debe evaluar al caballo mientras camina, ya que algunos defectos son dinámicos (Ross y Wayne, 2011).

**Figura N° 6:** Diagrama que representa el concepto de línea de aplomo (Ross y Wayne, 2011).



A. Línea de aplomo vista desde el frente B. Línea de aplomo vista de lado.

El eje pododfalángico debe ser recto. La cuartilla no debe estar excesivamente inclinada (ángulo bajo), ni vertical (ángulo alto). El ángulo de la cuartilla es importante en la determinación de la cantidad de carga en las estructuras más distales del miembro. En general, mientras más vertical la cuartilla (ángulo de la cuartilla pronunciado), más corto el paso y viceversa (Ross y Wayne, 2011).

La longitud de la cuartilla es importante y usualmente está relacionada con el ángulo de ésta. Los caballos con cuartillas largas comúnmente tienen ángulos de la cuartilla más bajos o inclinados. La línea de aplomo debe caer aproximadamente 5 cm detrás de los talones en un caballo bien conformado. En los caballos con cuartillas largas, inclinadas y débiles, la línea cae más de 5 cm detrás de los talones. Aquellos con cuartillas cortas, usualmente tienen cuartillas más verticales y la línea de aplomo cae sobre el pie. Existen una variedad de largos y ángulos de cuartilla, pero el largo de ésta debe ser proporcional al largo de todo el miembro (Ross y Wayne, 2011).

Un buen herraje promueve un casco saludable, funcional, biomecánicamente eficiente y previene la claudicación. Las estructuras del casco en su totalidad comprenden la caja ungular, la suela, la ranilla, el cojinete digital, los cartílagos ungulares y el tendón del músculo flexor digital profundo. El casco tiene numerosas funciones: soportar el peso

del caballo, disipar la energía de impacto cuando el pie golpea el suelo, proteger las estructuras contenidas en la caja ungular y tracción (O'Grady, 2011).

El equilibrio del casco ha sido subdividido en varios tipos como el geométrico, dinámico, tridimensional, y recientemente, equilibrio natural. No es posible satisfacer todos estos conceptos simultáneamente (O'Grady, 2006).

El equilibrio geométrico es determinado mediante la observación del caballo en la estación. Implica que las vistas dorsal, palmar y solar del pie deben ser simétricas (O'Grady, 2006). En general, cuando la superficie palmar del casco es perpendicular al eje del miembro, cuando se ve desde el frente, las caras lateral y medial de la muralla son iguales en longitud, y el rodete coronario es paralelo al suelo, el casco está en equilibrio geométrico (Stashak *et al.*, 2004). Aunque es comúnmente utilizada, el problema de utilizar sólo el equilibrio geométrico es que no considera la masa del casco presente, el patrón de apoyo del pie, o la relación potencial entre el miembro y la conformación del pie (O'Grady, 2006).

Se denomina equilibrio dinámico o funcional a la colocación del pie sobre el suelo durante el movimiento. El casco está en equilibrio dinámico cuando los lados lateral y medial de la muralla contactan con el suelo al mismo tiempo, es decir, el casco alcanza el suelo en forma plana. Esto no significa que haya una distribución igual de peso sobre la parte inferior del casco; de hecho, la mayor parte del peso se coloca normalmente sobre el lado caudo medial del casco durante la fase de apoyo (Stashak *et al.*, 2004).

Más recientemente, ha sido introducido el término equilibrio natural. Éste sugiere que la conformación de los caballos domésticos debería ser modelada como la de los caballos en estado natural. Obviamente, el caballo salvaje no es un atleta domesticado y la evaluación de esta población de caballos debe necesariamente reflejar sus características genéticas junto con factores ambientales que se relacionan con los patrones de uso del casco. Además, no toma en cuenta las actividades atléticas de caballos individuales y esto resulta bastante incompatible con las técnicas de herraje tradicionales (O'Grady, 2006).

La eficiencia biomecánica del casco debe ser evaluada tanto en el plano dorso-palmar/plantar como en el medio lateral (O'Grady, 2006). Se denomina equilibrio dorsal-palmar/plantar al ángulo del casco (relación entre la cara dorsal de la muralla y el suelo) y al alineamiento del ángulo del casco y el de la cuartilla (eje podo falángico). El ángulo del casco se mide en las lumbres con un transportador de casco (Stashak *et al.*, 2004). La



orientación dorso-palmar/plantar es extremadamente importante. Este equilibrio asegura que la superficie solar completa de la falange distal sea cargada durante la fase de apoyo, lo cual evita que el peso sea concentrado en el aspecto dorsal o palmar/plantar de la suela y la falange distal subyacente (O'Grady, 2006).

Cada caballo tiene su propio ángulo ideal del casco (Figura N° 7). La angulación "ideal" del casco se produce cuando se traza una línea por la superficie dorsal de la pared del casco y otra a lo largo de la superficie del talón estando éstas alineadas o en paralelo a una línea trazada a través de las tres falanges (O'Grady y Poupard, 2003). La muralla puede utilizarse como guía sólo cuando no hay acampanamiento ni distorsiones, en particular en el área justo distal al rodete coronario. La muralla debe ser recta en todo el trayecto hacia el suelo. Este alineamiento se ve mejor desde un lado del caballo, con el animal en estación y cuadrado sobre una superficie dura y nivelada, con la caña casi vertical (Stashak *et al.*, 2004).

**Figura N° 7:** Eje podófalángico ideal (Pollit, 1998).



El ángulo del casco a nivel de los talones debe ser paralelo al ángulo a nivel de las lumbres. Cuando el ángulo a nivel de los talones tiene cinco grados menos que a nivel de las lumbres, se dice que el casco está remetido de talones. En estos casos, los túbulos córneos en los talones pueden aplastarse y hundirse, pudiendo quedar más paralelos que perpendiculares al suelo (Stashak *et al.*, 2004).

Un alineamiento dorso-palmar/plantar deficiente puede contribuir significativamente a la conformación largo de pinzas/bajo de talones, al compromiso de la estructura de los talones y a las alteraciones biomecánicas que acompañan esta condición (O'Grady, 2006). Si el ángulo del casco es demasiado bajo en relación al ángulo de la



cuartilla, la línea central estará quebrada hacia atrás, cerca del rodete coronario (Figura N° 8). Cuanto más bajo sea el ángulo del casco, más alto será el ángulo de la cuartilla y mayor será el grado de quiebre hacia atrás del eje podofalángico. La disminución del ángulo del casco aumenta la tensión sobre el tendón del músculo flexor digital profundo y los ligamentos del hueso navicular, haciendo que el caballo sea más susceptible a sufrir el síndrome navicular y distensiones en el tendón del músculo flexor digital superficial (Stashak *et al.*, 2004).

**Figura N° 8:** Eje podofalángico quebrado hacia atrás (Pollit, 1998).



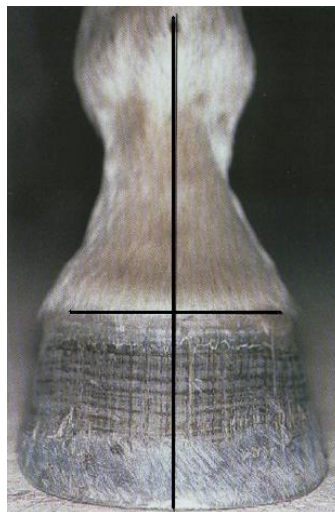
Si el ángulo del casco es demasiado alto en relación al de la cuartilla, la línea se quebrará hacia adelante (Figura N° 9). Cuanto más alto sea el ángulo del casco, menor será el ángulo de la cuartilla y el eje podofalángico se quebrará más hacia adelante. Los problemas asociados con un ángulo alto del pie incluyen artritis de la articulación de la corona, lesiones en la apófisis extensora, osteítis pedal y mayor distensión del ligamento suspensor y el tendón flexor digital superficial. Los caballos rebajados con un eje podofalángico quebrado hacia atrás y observados durante aproximadamente 1 año, desarrollan signos típicos de síndrome del navicular. El ángulo bajo, también ha mostrado prolongar el tiempo de despegue del casco (intervalo entre el despegue de los talones y el despegue de las lumbres) en ambos miembros anteriores y posteriores. El ángulo bajo del casco en los miembros posteriores con frecuencia se asocia con alteraciones tarsianas y en el dorso (Stashak *et al.*, 2004).

**Figura N° 9:** Eje podo falángico quebrado hacia adelante (Pollit, 1998).



Se denomina equilibrio medial-lateral (Figura N° 10) a la relación entre la pared medial (interna) y la lateral (externa) del casco. La determinación del equilibrio medial-lateral es uno de los mayores desafíos del herrero. El objetivo es rebajar el casco de tal forma que su superficie de apoyo esté centrada debajo del miembro. Esto permite que la estructura del casco soporte el peso del miembro de forma regular. Alterando las longitudes relativas de los lados del casco se desvía la posición de aquel en relación al miembro. Bajando la pared lateral se tiende a colocar el casco más hacia la línea media del caballo, mientras que bajando la pared medial se tiende a colocar el casco alejándolo de la línea media (Stashak *et al.*, 2004).

**Figura N° 10:** Equilibrio medial-lateral ideal (Pollit, 1998).



Los problemas asociados con un equilibrio medial-lateral inapropiado del pie, que conducen a la aplicación de fuerzas desproporcionadas sobre la muralla, incluyen la distorsión lateral de los cascos, alteraciones crónicas en los talones, fractura de talones; fracturas de cuartas partes, talones y barras; podredumbre; enfermedad de los cartílagos colaterales; síndrome navicular y sinovitis crónica de la articulación metacarpofalángica (Stashak, 2002). Estos problemas parecen surgir a partir de fuerzas desproporcionadas situadas en el aspecto lateral o medial del pie (O'Grady y Poupard, 2003<sup>a</sup>).

La longitud del casco se mide en el centro de las lumbres, desde el punto de encuentro del periople y la parte dura de la muralla hasta el borde palmar. La longitud de las lumbres determina la longitud del brazo de palanca que el miembro debe vencer o sobre el que debe pivotar. Las lumbres largas crean un brazo de palanca más largo, un retraso en el despegue del casco y una mayor tensión sobre las estructuras de soporte palmar/plantar. En los casos en los cuales toda la muralla es demasiado larga, los talones a menudo se contraen y la muralla se estrecha, haciendo que el pie se transforme en un casco estrecho. En los casos crónicos suele desarrollarse una palma plana y claudicación. La longitud apropiada de las lumbres de un casco recién rebajado, listo para ser herrado, varía según el tamaño, el peso y la raza del caballo. Se debe tener en cuenta que la longitud óptima de la muralla está determinada, en realidad, por el espesor adecuado de la palma (Stashak *et al.*, 2004).

No hay duda que un recorte desequilibrado o un herraje inadecuado del pie causan cojera. Las proyecciones radiográficas dorso palmar y latero medial pueden combinarse con las mediciones directas del mismo para estudiar el balance del casco. En la proyección latero medial, la pared dorsal del casco debería ser paralela a la pared a nivel de los talones. El ángulo que se forma al cortarse una línea trazada paralelamente al margen solar de la falange distal con otra línea trazada paralelamente a la superficie de apoyo del casco, debería ser de cinco a diez grados. Las porciones lateral y medial de la pared del casco deben medir lo mismo (Thrall, 2003). En la vista dorso palmar (apoyado), el margen solar de la falange distal debería tener la misma altura con respecto a la superficie de apoyo tanto en el lado medial como lateral (Butler *et al.*, 2000).

Visto desde el aspecto lateral, el eje podofalángico debería ser recto; esto es, la muralla dorsal del casco debería ser paralela a la superficie dorsal de la cuartilla y el ángulo de los talones debería aproximarse al de la muralla dorsal. El ángulo del casco en la

pinza y del eje podofalángico respecto del suelo es variable, pero es citado frecuentemente como de 50 a 54 grados en los miembros anteriores y aproximadamente 3 grados más en los miembros posteriores. Otros estudios reportan medias mayores y menores y relaciones variables entre los ángulos de la muralla dorsal del casco de miembros anteriores y posteriores. En los caballos domésticos, el largo de la muralla del casco ha sido vinculada aproximadamente al peso del caballo (7.6 cm para 360 a 400 kg; 8.25 cm para 430 a 480 kg; 8.9 cm para 520 a 570 kg). En los caballos domésticos tanto con cascos despalmados como herrados, el largo de los talones debería ser aproximadamente un tercio de la pinza, pero en caballos salvajes esto varía con el terreno. Una línea imaginaria que bisecte el tercer hueso metacarpiano debería intersectar el suelo en el aspecto más palmar de la superficie de apoyo de los talones (Parks, 2011).

En una radiografía latero medial, la muralla dorsal del casco debería tener un grosor de 14 a 20 mm dependiendo de la raza y ser paralela a la superficie dorsal de la falange distal. El ángulo entre el borde solar distal de la falange distal y el suelo fluctúa entre 2 y 10 grados. El centro de rotación de la articulación interfalángica distal es palmar al centro de la superficie de apoyo del casco (Parks, 2011).

El desbalance dorso palmar tiene varias causas. Un eje podo falángico quebrado hacia atrás puede ser consecuencia de un mal despalme, ya sea por dejar la pinza muy larga o despalmado demasiado los talones. Un caballo herrado desgasta sus talones contra la herradura mientras que la pinza se desgasta muy poco, por lo que el ángulo del casco cambia hasta 3 grados en 8 semanas. Este cambio debe ser previsto mediante un poco más de despalme en la pinza que en el talón (Parks, 2011).

Los efectos de un desbalance dorso palmar deben ser separados en los efectos de un eje podo falángico quebrado hacia atrás y quebrado hacia adelante. Un eje podo falángico quebrado hacia atrás aumenta la carga en el aspecto palmar del casco durante la fase de apoyo e incrementa el estrés en la pinza en el punto de despegue. Esto causa híper extensión de la articulación interfalángica distal e incrementa la tensión en el tendón del músculo flexor digital profundo y presión sobre el hueso navicular. Por lo tanto se puede esperar que esté asociado con hematomas en el talón, desgarró laminar en la pinza, osteítis de los procesos palmares de la falange distal, enfermedad navicular, tendinopatía en la inserción del tendón del músculo flexor digital profundo y lesiones más proximales de los

tendones o aparato suspensor. En el miembro posterior un eje podo falángico quebrado hacia atrás parece estar asociado con dolor tarsal y de columna (Parks, 2011).

Un eje podo falángico quebrado hacia adelante parece ser menos pernicioso. Este incrementa la carga en la mitad dorsal del casco y disminuye la tensión en el tendón del músculo flexor digital profundo. Los principales hallazgos son el hematoma subsolar distal al margen dorso distal de la tercera falange y la osteítis subsecuente de ésta (Parks, 2011).

### **Técnicas objetivas para evaluar conformación:**

La comprensión de la posición normal de la falange distal y el hueso sesamoideo distal en relación al tamaño y forma del casco en caballos sanos es útil en el diagnóstico de cojeras en el equino. Algunas mediciones en las radiografías usadas para definir la posición de la falange distal dentro del casco son influenciadas significativamente por el despalme y la altura de la cruz (Kummer *et al.*, 2006).

La forma y tamaño del casco ocupa un lugar central en relación al alineamiento del eje podo falángico y el balance medio lateral. Las vistas latero medial y dorso palmar de la extremidad distal son muy útiles en la evaluación del casco con todas las estructuras en él. La anatomía radiográfica normal ha sido descrita con detalle en otras publicaciones, pero sólo unos pocos estudios se encuentran disponibles sobre mediciones de estructuras del casco (Kummer *et al.*, 2006). La radiografía sigue siendo la herramienta diagnóstica más común para evaluar daño en el casco de los equinos (Vargas *et al.*, 2004).

Posiblemente no existe un procedimiento de rutina realizado en los caballos atletas que tenga más influencia en el óptimo estado del sistema músculo esquelético que la preparación del casco y el herraje. Un aspecto importante en el despalme es el concepto de balance del casco, el cual puede ser dividido en geométrico, dinámico y natural. La naturaleza esencial del balance del casco en los caballos de deporte está siendo tomada en cuenta cada vez más en la prevención y tratamiento de cojeras de la extremidad distal del equino. Independiente de muchas teorías, la forma de obtener un despalme apropiado para una determinada conformación sigue siendo controversial (Vargas *et al.*, 2004).

La evaluación objetiva del balance geométrico del casco con el uso de mediciones de éste y la descripción cuantitativa de la posición de las falanges en relación a la cápsula córnea han sido propuestos para lograr el despalme ideal en una conformación determinada. La posición y alineamiento de los huesos entre sí y con el casco, y los cambios en estas

mediciones después del despalme y herraje pueden ser evaluados mediante radiografías usando marcadores radiopacos. Sin embargo, si se quieren producir radiografías diagnósticas fidedignas es obligatorio un posicionamiento adecuado del paciente y una técnica radiográfica repetible de alta calidad (Vargas *et al.*, 2004).

### **Síndrome Navicular:**

La enfermedad o síndrome navicular continua siendo una de las causas más controversiales y comunes de claudicación intermitente del miembro anterior en caballos entre 4 y 15 años del edad (Baxter y Stashak, 2011). El síndrome navicular se define, actualmente, como una patología claudicógena limitante de los miembros anteriores, de carácter crónico y progresivo, que afecta al hueso navicular y sus estructuras adyacentes (Keegan *et al.*, 1997). Generalmente, se encuentran comprometidas ambas manos, pero la extremidad más afectada enmascara la afección de la otra, lo que se revela sólo una vez realizado el examen clínico del casco (Stashak, 2002). No obstante, puede afectar los miembros posteriores, pero es de baja incidencia debido a que éstos, a diferencia de los anteriores, soportan menos peso corporal (Pleasant y Crisman, 1997). La enfermedad navicular es usualmente una claudicación crónica del miembro anterior, donde los signos clínicos pueden aparecer súbitamente, asociados con dolor que surge desde el hueso sesamoideo distal o hueso navicular. Estudios clínicos recientes usando resonancia magnética y estudios *post mortem* han demostrado que puede haber también anormalidades de estructuras cercanamente relacionadas, incluyendo los ligamentos sesamoideos colaterales, el ligamento sesamoideo impar distal y la bolsa navicular (Dyson *et al.*, 2011).

Es difícil concebir una sola enfermedad que pueda resultar en un comienzo insidioso, con claudicación bilateral lenta y progresiva del miembro anterior, o de comienzo agudo, con claudicación unilateral relativamente severa del miembro anterior, cada una con una variedad de manifestaciones radiológicas diferentes y con algunos caballos que nunca desarrollan cambios radiológicos. Es curioso que a veces los signos clínicos se vuelven aparentes en caballos jóvenes al comenzar el entrenamiento, mientras que típicamente la claudicación es vista en caballos de equitación maduros. También se da en caballos con conformaciones del extremo distal del miembro vastamente diferentes. Es una condición común en caballos Cuarto de Milla, los cuales tienden a tener cascos estrechos, altos y cuadrados, pequeños en relación a su tamaño corporal, así como en los caballos Warmblood Europeos, muchos de los cuales tienen cascos relativamente altos y estrechos.

También es común en caballos Fina Sangre Inglés, los cuales tienen frecuentemente un casco bastante plano, con talones bajos colapsados, a menudo asociado con desequilibrio dorso palmar (Dyson *et al.*, 2011). La enfermedad ha demostrado tener una predisposición hereditaria posiblemente debido a la conformación del miembro del caballo o a una forma específica del hueso navicular (Baxter y Stashak, 2011). Evidencia reciente sugiere que hay una tendencia hereditaria hacia el desarrollo de enfermedad navicular en caballos Warmblood Holandeses y Hanoverianos (Dyson, 2011<sup>a</sup>).

La frecuencia de ocurrencia de enfermedad navicular parece variar entre razas (Dyson, 2011<sup>a</sup>). Las razas Cuarto de Milla, Fina Sangre Inglés y Warmblood, particularmente los castrados, parecen estar en alto riesgo; mientras que el síndrome es rara vez diagnosticado en ponis o caballos Árabes (Baxter y Stashak, 2011).

Stashak (2002), postula que la enfermedad navicular se debe a causas biomecánicas; las cuales incrementan las presiones sobre el hueso navicular. Esto cobra importancia en el caballo chileno, el cual está sometido a grandes exigencias físicas debido a su corpulencia, activa dinámica de movimientos bruscos y transporte a peso muerto (Kinast, 2001). Junto a esto, el poseer un casco pequeño aumenta considerablemente la carga por unidad de superficie en las articulaciones de ambos miembros, lo que lo hace especialmente susceptible de desarrollar enfermedad navicular (Deppe *et al.*, 1994). Probablemente, la conformación del casco afecta las fuerzas que actúan sobre el hueso navicular en mayor proporción que cualquier otro factor (Pleasant y Crisman, 1997), como ocurre en animales con talones estrechos, secos, altos y muy rebajados, al igual que los con herraduras cortas (Deppe, 1982). Esto produce equinos con aplomos de cuartilla fuera de posición, en que las tres fuerzas que actúan sobre el hueso navicular están aumentadas (Pleasant y Crisman, 1997). En los cascos con pinza inclinada y cuartillas rectas; el aumento de la tensión en el tendón del músculo flexor digital profundo, aumenta directamente las fuerzas compresivas sobre el hueso navicular (Lochner, 1980). Al elevarse el ángulo de la cuartilla aumentan las fuerzas compresivas sobre el hueso navicular desde la segunda falange, esto aumenta la tensión sobre los ligamentos naviculares y al inclinarse la pinza el tendón del músculo flexor digital profundo comprime con mayor fuerza al hueso navicular (Leach, 1993). Los factores que modifican la presión del tendón del músculo flexor digital profundo sobre el hueso navicular y aumentan la carga sobre la cara palmar del miembro, podrían ser los responsables de los cambios estructurales observados a nivel óseo, provocándose de esta manera una desproporción entre la conformación anatómica y la carga mecánica. Al apoyar el casco, la cuartilla desciende hacia el piso y probablemente con ello, se

aumenta aún más la tensión sobre el tendón del músculo flexor digital profundo y los ligamentos naviculares (Deppe, 1979). Además, esta conformación cambia palmarmente el centro de gravedad, aumentando la concusión de las estructuras de la porción palmar del pie (Barrey, 1990).

El síndrome navicular es una enfermedad de curso crónico y progresivo que afecta al hueso y bolsa navicular, tendón del músculo flexor digital profundo y estructuras de tejidos blandos asociados que componen el aparato navicular. Este síndrome ha sido considerado como una de las causas más comunes de claudicación del miembro anterior en equinos. El diagnóstico del síndrome navicular se basa en la historia clínica, examen físico, examen de la claudicación (la claudicación se agrava en superficies duras y el trote en círculos cerrados), anestesia diagnóstica y el diagnóstico por imágenes (Waguespack y Hanson, 2010). La radiología ha sido utilizada a lo largo del tiempo como el método más común para evaluar el hueso navicular (Dyson, 2008). Varias técnicas son usadas como ayuda diagnóstica de esta enfermedad, como la aplicación de la pinza de casco, a la que los animales afectados responden positivamente al aplicar presión sobre el tercio medio de la ranilla (Pleasant y Crisman, 1997). Se utiliza también, el bloqueo del nervio digital palmar propio, el test de flexión, la radiografía y otras modalidades de imagen como son hoy en día el ultrasonido, termografía y la cintigrafía (Trout *et al.*, 1991).

A partir de los 4 años de edad se puede presentar enfermedad navicular, aunque ella se diagnostica mayoritariamente en caballos de 6 a 12 años, con un máximo de incidencia a los 9 años (Gabriel *et al.*, 1994). Cerca del 45% de los caballos chilenos diagnosticados con enfermedad navicular en el Hospital Veterinario de la Universidad Austral de Chile, tenían entre 8 y 9 años de edad, no presentándose ningún caso bajo los 5 y sobre los 13 años (Deppe *et al.*, 1994).

Los cambios que sufre el hueso navicular, tanto en forma como en arquitectura, constituirían una respuesta a los apremios mecánicos debidos a la alta exigencia (Kinast, 2001). Los cambios degenerativos en el fibrocartílago en el aspecto palmar del hueso navicular ocurren principalmente en la mitad distal del hueso, especialmente centrado alrededor de la cresta sagital tanto en caballos sanos como cojos (Blunden *et al.*, 2006). En los caballos con enfermedad navicular hay un mayor grado de daño del fibrocartílago, el cual se puede extender al hueso subcondral. La pérdida parcial del grosor del fibrocartílago en este lugar fue una de las lesiones más comunes asociada significativamente con enfermedad navicular en un estudio (Wright *et al.*, 1998). Es probable que represente uno



de los cambios patológicos más tempranos de una forma de la enfermedad, pero sigue siendo difícil de identificar *in vivo*, incluso con el uso de resonancia magnética (Schramme *et al.*, 2009).

Concomitantemente puede haber fibrilación de la superficie dorsal del tendón del músculo flexor digital profundo, lo cual puede predisponer a la formación de adhesiones entre el tendón y regiones de erosión parcial o total del fibrocartílago en el aspecto palmar del hueso navicular. Actualmente sigue siendo motivo de debate si las lesiones en el tendón del músculo flexor digital profundo son primarias o secundarias al daño pre existente del fibrocartílago. Sin embargo, evidencia *post mortem* reciente sugiere que podrían haber cambios degenerativos vasculares y de matriz en el aspecto dorsal del tendón del músculo flexor digital profundo que no estarían relacionados con la edad tanto en caballos cojos como clínicamente normales. Aunque se ha sugerido que la oclusión vascular y cambios en la matriz del tendón pueden estar relacionados con la edad, los resultados de un estudio reciente mostraron que la severidad de estos cambios fue mayor en caballos con dolor palmar del pie que en los caballos controles (Blunden *et al.*, 2006).

Está bien documentada tanto por examinación *post mortem* como radiográficamente la presencia de entesiopatías con neoformación ósea en el borde proximal del hueso navicular, reflejando una desmopatía insercional previa de los ligamentos sesamoideos colaterales tanto en caballos clínicamente normales como en aquellos con enfermedad navicular. También se han identificado fragmentos mineralizados y óseos tanto en caballos normales como con enfermedad navicular y su significancia clínica sigue siendo difícil de determinar. Los fragmentos fueron inusuales en caballos sanos sometidos a examen radiográfico de pre compra, aunque su incidencia real puede ser subestimada mediante examinación radiográfica comparado con resonancia magnética o tomografía computarizada (Dyson, 2011). Los fragmentos están más probablemente asociados con claudicación cuando hay cambios óseos asociados en el hueso madre adyacente, caracterizado por grandes áreas radiolúcidas vistas radiográficamente (Dyson *et al.*, 2011).

En caballos con mala conformación del casco se han demostrado cambios que reflejan estrés anormal en la inserción del ligamento sesamoideo impar distal y tendón del músculo flexor digital profundo (Bowker, 2003). Esta región es rica en terminaciones nerviosas sensitivas, con muchos complejos arteriovenosos que están dañados en caballos con enfermedad navicular (Van Wulfen, 1999).

La patogénesis del síndrome navicular específica es desconocida, pero se han propuesto tres posibles etiologías: Alteraciones vasculares, inflamación crónica y fuerzas biomecánicas repetitivas (Waguespack y Hanson, 2010).

La secuencia de ocurrencia de lesiones sigue siendo especulativa. Es posible que los cambios degenerativos en varias estructuras puedan predisponer a una lesión concurrente. El hueso navicular, los ligamentos sesamoideos colaterales y el ligamento sesamoideo impar distal actúan como una unidad, por lo que presumiblemente se someten a estreses biomecánicos similares (Dyson *et al.*, 2011).

Los signos clínicos a menudo son por primera vez aparentes cuando el caballo tiene aproximadamente siete a nueve años de edad, aunque la enfermedad puede ocurrir en caballos jóvenes de tres a cuatro años, los cuales pueden tener anomalías radiológicas bastante avanzadas. La claudicación puede ser aparente por primera vez después de un período de descanso forzado debido a un problema no relacionado o después de un cambio de administración. No es poco común el desarrollo de la cojera poco después del cambio de propietario, asociado con un cambio de despalme y herraje, patrones de trabajo distinto y alteración en el período de competencias. Si la conformación del casco es deficiente y no está despalmado y herrado adecuadamente, es preferible mejorar el despalme y herrado y reevaluar la cojera después de algunas semanas. Si la cojera ha mejorado sustancialmente, es poco probable que refleje enfermedad navicular (Dyson, 2011<sup>a</sup>).

Los tratamientos del síndrome navicular son muchos y variados e incluyen herraje ortopédico, drogas vasodilatadoras, drogas anticoagulantes, corticoides, antiinflamatorios no esteroideos, desmotomía del ligamento suspensor y neurectomía de los nervios digitales palmares (MacGregor, 1989).

### **Diagnóstico radiográfico:**

La radiografía es la modalidad más utilizada para apoyar el diagnóstico clínico del síndrome navicular (Waguespack y Hanson, 2010). Una considerable cantidad de información puede ser obtenida de la imagen de toda la silueta de la caja ungular, los tejidos blandos y la posición de la falange distal dentro del casco. Se debe recordar que muchas claudicaciones localizadas en el casco son causadas por distorsión de la caja ungular, conformación del pie deficiente, patrones de apoyo inadecuados y daño de tejidos blandos, los cuales resultan en estreses biomecánicos inapropiados sobre el aparato

navicular y la articulación interfalángica distal. Con la vista latero medial podemos medir el eje podo falángico, centro de la articulación, profundidad de la suela, ángulo palmar de la falange distal, punto de despegue y ubicación de la herradura. La vista dorso palmar permite al médico veterinario evaluar la orientación latero medial de la falange distal dentro del casco, la posición de ésta relativa a la superficie de apoyo y el efecto de la posición de dicha falange en los espacios articulares del dedo (O'Grady, 2006).

La forma y conformación del casco dependen del despalme de éste. Aquellos cascos que están incorrectamente despalmados (desequilibrados) pueden conducir a cojera intermitente debido a dolor en el pie o dolor en otras partes del miembro causado por un apoyo desigual. La evaluación de la conformación del casco con las vistas radiográficas latero medial y dorso palmar (apoyado) puede a menudo ayudar al médico veterinario en el diagnóstico de desequilibrios. En las vistas latero mediales, el margen solar de la falange distal es más cercano a la superficie de apoyo del pie a nivel de las pinzas que a nivel de los talones, con una pendiente de 5-10°. El centro del radio de la curvatura de la articulación interfalángica distal debería caer verticalmente justo sobre la mitad de la superficie de apoyo del pie. El casco a nivel de las pinzas debería ser paralelo a los talones. En la vista dorso palmar (apoyado), el margen solar de la falange distal debería tener la misma altura con respecto a la superficie de apoyo tanto en el lado medial como lateral (Butler *et al.*, 2000).

El correcto posicionamiento durante la adquisición de la imagen es de mucha importancia para su interpretación. Se requiere de una correcta proyección latero medial para evaluar la cresta sagital del aspecto flexor del hueso navicular; el grosor de la corteza flexora de proximal a distal; la uniformidad de la opacidad de la corteza flexora; la demarcación entre la superficie endosteal de la corteza flexora del hueso navicular y el hueso trabecular de la esponjosa; la forma del hueso navicular para identificar extensiones proximales o distales del aspecto flexor del hueso; para identificar la presencia de osteofitos periarticulares dorso proximales. Es importante que el hueso navicular este correctamente posicionado en la vista dorso proximal-pálmaro distal oblicua, de manera tal que el borde distal del hueso no esté superpuesto sobre la articulación inter falángica distal. Tanto la sobre o sub flexión del nudo, son las causas más comunes de superposición del borde distal del hueso navicular sobre la articulación inter falángica distal. Se pueden requerir dos vistas

con leve diferencia de angulación para evaluar los aspectos palmar y dorsal de los bordes proximal y distal del hueso (Dyson, 2011).

Para evaluar completamente el hueso navicular se recomiendan cinco vistas de las cuales deben obtenerse por lo menos tres: latero medial, dorso proximal-pálmaro distal oblicua y pálmaro proximal-pálmaro distal oblicua (Waguespack y Hanson, 2010). Además en algunos casos debería tomarse la vista dorso palmar (apoyado) (Butler *et al.*, 2000) que es una proyección adicional, útil para valorar las extremidades del hueso navicular (Thrall, 2003). Para un diagnóstico preciso son necesarias radiografías de alta calidad, las que se obtienen con el pie correctamente posicionado (Waguespack y Hanson, 2010).

Una vez retirada la herradura, se requiere una preparación adecuada del casco para obtener radiografías de alta calidad. Artefactos radiológicos asociados con la acumulación de aire dentro de las grietas de la ranilla, aparecen como imágenes radiolúcidas en las radiografías, y pueden imitar líneas de fractura o lesiones quísticas en el hueso navicular (Waguespack y Hanson, 2010). El tejido córneo en la suela y el crecimiento irregular en la ranilla deberían ser removidos. Las lagunas de la ranilla necesitan ser rellenadas para eliminar las sombras de aire que dificultan la visión del hueso navicular en las vistas dorso proximal-pálmaro distal y pálmaro proximal-pálmaro distal oblicua. Esto se puede lograr usando plastilina o algo similar (Butler *et al.*, 2000).

Las siguientes características deberían ser evaluadas en todas las vistas radiográficas: la presencia, número, forma, tamaño y localización de zonas radiolúcidas a lo largo de los bordes distales del hueso navicular; la presencia de zonas radiolúcidas a lo largo del borde proximal del hueso navicular; zonas radiolúcidas en la médula del hueso; el patrón trabecular en la médula; formación de entesiofitos en los aspectos proximal y distal del hueso; presencia de mineralización dentro del ligamento sesamoideo colateral; presencia de osteofitos articulares; engrosamiento de la corteza flexora; regularidad del contorno de la corteza flexora; áreas radiolúcidas en la corteza flexora; neoformación ósea en la superficie flexora; definición córtico medular; y presencia de fragmentos mineralizados distal al hueso navicular (Dyson, 2011<sup>a</sup>).

En 1992, Dik ideó un sistema de clasificación para la evaluación del hueso navicular utilizando las vistas latero medial y dorso proximal-pálmaro distal oblicua (Tabla N°1).

La vista latero medial del hueso navicular ofrece una imagen limpia, pero pequeña del hueso navicular, cuyo aspecto normal muestra una superficie flexora convexa y de bordes lisos, al igual que los bordes proximal y distal, además de otros pequeños detalles (Kinast, 2001). Esta vista muestra las superficies articulares que articulan con la falange media y distal. La superficie flexora se visualiza como dos líneas, la más palmar representa la cresta sagital del hueso y la más dorsal representa la superficie flexora principal. En el aspecto distal palmar hay una cresta suavemente definida, la cual corresponde a la región de origen del ligamento sesamoideo impar distal. Hay usualmente una muesca de profundidad variable entre la superficie articular y la cresta del borde distal del hueso, la cual ha sido denominada como fosa sinovial. En algunos casos de síndrome navicular puede volverse más prominente. Zonas radiolúcidas (también denominados forámenes nutricios o invaginaciones sinoviales de la articulación interfalángica distal) que se extienden proximalmente desde esta muesca generalmente no son evidentes en un caballo normal en la vista latero medial. Dentro de la médula se ve un patrón trabecular lineal claro. En estados avanzados de síndrome navicular el hueso trabeculado puede parecer más opaco y la corteza puede aumentar en grosor. Se distinguen la corteza y médula del hueso. Esta demarcación disminuye en el síndrome navicular. En algunos caballos se ve el contorno del tendón del músculo flexor digital profundo como una débil opacidad palmar al hueso navicular. Cuando una lesión radiolúcida está presente en el cuerpo de hueso, frecuentemente puede ser vista en la proyección latero medial. La remodelación ósea en el margen dorso proximal del hueso navicular es un indicador de enfermedad degenerativa articular de la articulación interfalángica distal y no refleja síndrome navicular, aunque puede ser visto en asociación con éste (Butler *et al.*, 2000). La forma del hueso navicular debe ser evaluada cuidadosamente en la vista latero medial. La extensión distal del borde flexor del hueso sesamoideo distal puede reflejar un estrés crónico en el origen del ligamento sesamoideo impar distal. La extensión proximal del borde flexor del hueso puede reflejar estrés crónico en la inserción de los ligamentos sesamoideos colaterales (Dyson, 2011).

En la vista dorso proximal-pálmara distal oblicua, el contorno del hueso navicular varía considerablemente entre animales, pero es normalmente una imagen espejo de la del miembro contralateral (Butler *et al.*, 2000). En esta vista el hueso navicular normal aparece uniformemente radiopaco, de extremos simétricos y romos, con su borde proximal liso, el

que puede aparecer de aspecto rugoso por la superposición del borde distal de la segunda falange, y en su borde distal se pueden observar un número variable de formas cónicas de aspecto radiolúcido (Kinast, 2001). Hay evidencia de que mientras más grande es el número de formas anormales, es más probable que existan signos clínicos de síndrome navicular. Asimismo, un aumento en el número de zonas radiolúcidas (más de siete) y la aparición radiográfica de éstas en los bordes lateral, medial o proximal del hueso, son todos indicadores de anormalidad. El borde distal es visualizado como dos líneas: una (la más prominente y proximal) representa la articulación del hueso con la falange distal y la otra representa el borde distal de la cresta desde la cual se origina el ligamento sesamoideo impar distal. En vistas mal posicionadas el borde proximal del hueso puede tener dos líneas que representan los márgenes palmar y dorsal (Butler *et al.*, 2000). Los entesiofitos en el aspecto proximal medial y lateral del hueso navicular son mejor identificados en las vistas dorso proximal-pálmaro distal oblicua y dorso palmar. Los entesiofitos laterales pequeños son una anormalidad incidental común y presumiblemente reflejan un estrés asimétrico en la inserción de los ligamentos sesamoideos colaterales medial y lateral (Dyson, 2011). Éstos indican estrés previo del ligamento. Es improbable que correspondan a una manifestación de síndrome navicular *per se*, pero pueden indicar un desequilibrio del casco (Butler *et al.*, 2000). La presencia de un entesiofito lateral grande o un entesiofito medial es más probable que refleje un estrés anormal en el aparato podotroclear y potencialmente ser asociado con claudicación (Dyson, 2011).

La vista pálmaro proximal-pálmaro distal oblicua tiene la ventaja de ser una técnica en la que el hueso navicular y la falange distal pueden verse sin la interposición de la falange media, además de que su superficie flexora deja verse junto a su prominencia central. También permite observar la cavidad medular en la cual se observan cuatro o cinco canales vasculares de aspecto radiolúcido. La corteza del hueso se observa de un espesor uniforme al centro, los extremos aparecen redondeados y pueden estar superpuestos a los procesos palmares de la tercera falange, todo esto en un hueso de aspecto normal (Kinast, 2001). En esta vista el hueso navicular tiene dos cortezas distintas separadas por una médula menos densa, la cual tiene un patrón trabecular definido. En el síndrome navicular este patrón trabecular puede volverse menos definido debido a esclerosis, perdiéndose definición corticomédular. Esta vista ayuda a determinar si las lesiones radiolúcidas están presentes en la médula o en la corteza flexora o en ambas. La corteza flexora tiene un

grosor uniforme, pero en la cresta sagital puede ser evidente una radioluniscencia creciente u oval. El grosor de la corteza puede variar entre razas y entre individuos, pero entre la corteza y la médula siempre debería estar presente un margen definido (Butler *et al.*, 2000). Un área radiolúcida grande en la corteza flexora del hueso navicular es invariablemente de significancia clínica y en algunos caballos es la única anomalía radiográfica detectable. Estas lesiones usualmente ocurren en la cresta sagital o abaxial a esta. Las lesiones usualmente reflejan erosión del fibrocartílago que recubre y adhesiones del tendón del músculo flexor digital profundo. Puede haber asociada esclerosis del hueso trabecular dorsal a la lesión. Una neoformación ósea en el borde flexor del hueso navicular comúnmente sólo es detectable en la vista palmaro proximal-palmaro distal oblicua y usualmente está centrada alrededor de la cresta sagital. Ha sido vista sólo en asociación con claudicación y no necesariamente junto con otras anomalías del hueso navicular (Dyson, 2011).

En la vista dorso palmar el número y tamaño de las zonas radiolúcidas a lo largo del borde distal del hueso navicular varía entre individuos y entre razas. Probablemente es normal tener un máximo de siete zonas radiolúcidas en el hueso, estas son normalmente cónicas y más altas que anchas. El miembro posterior generalmente tiene dos o tres menos que el anterior. Puede haber un doble contorno a lo largo del borde proximal del hueso navicular. En el borde proximal pueden ser evidentes entesiofitos en la inserción del ligamento sesamoideo colateral. Son normalmente más prominentes en el aspecto lateral y medial del borde proximal, donde son denominados muchas veces como espolones (spurs). Éstos indican estrés previo del ligamento. Es improbable que indiquen síndrome navicular *per se*, pero pueden indicar un desequilibrio del casco (Butler *et al.*, 2000).

Varios cambios radiográficos del hueso navicular se han informado como compatibles con el síndrome navicular. Estos cambios incluyen aumento en el tamaño y número de invaginaciones sinoviales en el borde distal del hueso, la remodelación del borde proximal y extremidades del hueso navicular (formación de entesiofítos), erosiones de la corteza flexora, irregularidad y grosor de la corteza flexora, disminución en la definición cortico medular (esclerosis medular), irregularidad y fragmentación del borde distal, mineralización del ligamento colateral del hueso navicular y quistes en el hueso navicular. Una gran controversia rodea la interpretación de estos diversos hallazgos radiográficos. En particular, se ha cuestionado la importancia de los cambios en el número

y forma de las invaginaciones sinoviales del borde distal. Parece haber algunas variaciones entre razas en relación con las invaginaciones del borde distal, y estos y otros cambios radiográficos han sido reconocidos en equinos. Esto sugiere que los cambios radiográficos del hueso navicular no son patognomónicos para el síndrome navicular. Además, no todos los caballos con signos clínicos de síndrome navicular tienen cambios radiográficos asociados con el hueso navicular. El grado en que los cambios en el hueso navicular (es decir, la patología ósea) contribuyan a la cojera clínica, pueden variar y, en consecuencia, otras modalidades de imágenes se han utilizado para dilucidar el rol de estructuras blandas y vascularización en la claudicación asociada al síndrome navicular (Waguespack y Hanson, 2010).

Los cambios óseos asociados a la enfermedad navicular son el resultado de una tentativa de acomodación ósea al estrés mecánico al cual está sometido el hueso, el cual reacciona con un activo proceso de remodelaje óseo (Pool *et al.*, 1989). Puede que estos signos radiográficos estén ausentes en más de la mitad de los caballos que presentan signos claudicógenos de enfermedad navicular por primera vez (Stashak, 2002), lo que no los excluye de ser diagnosticados con enfermedad navicular (Dyson, 1993). Así, también caballos clínicamente sanos pueden presentar signos radiográficos de enfermedad navicular (Colles, 1979), por lo que en todo paciente que se sospeche afectado por la patología no deberá omitirse el examen radiológico (Deppe *et al.*, 1983).



## **OBJETIVO GENERAL**

Evaluación de variables podométricas y radiológicas de la falange distal y su relación con la enfermedad navicular en equino Pura Sangre Chileno.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Describir variables podométricas de la falange distal en el casco del equino Pura Sangre Chileno en las vistas latero medial y dorso palmar, según edad y mano.

2. Describir variables podométricas según clasificación del hueso navicular en equino Pura Sangre Chileno en las vistas latero medial y dorso palmar, según edad y mano.

3. Determinar la correlación entre variables podométricas de la falange distal y radiográficas del hueso navicular en las vistas latero medial y dorso palmar, según mano, en equino Pura Sangre Chileno.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Tamaño de Muestra:**

El estudio se realizó en 26 equinos Pura Sangre Chilenos ubicados en la Región Metropolitana. Estos ejemplares fueron sometidos a despalme por un herrero calificado, en un lapso no superior a 30 días. Se emplearon ejemplares de ambos sexos y se dividieron en dos grupos etarios: Menor de 10 años y mayor o igual a 10 años.

El tamaño de muestra (n) se calculó por medio del programa de dominio público Win Episcopo 2.0 (2000), utilizando la opción tamaño de muestra para estimar diferencias entre medias, con un  $\alpha$  de 0.05 y una potencia de 90%.

### **Estudio Radiográfico:**

El estudio radiográfico se llevó a cabo utilizando el equipo de radiografía portátil MinXray 803®. Se utilizaron películas radiográficas sensibles al verde de 18 x 24 centímetros, contenidas en chasis radiográficos Kodak X-OMAT Lanex Regular Screens®. Se utilizó como método de protección radiológica: Colimador del equipo, delantal plomado, guantes plomados y cuello tiroideo. La distancia foco película usada fue de 60 centímetros.

Se radiografiaron ambos miembros anteriores (dedos) de cada ejemplar. Los miembros se ubicaron en posición vertical al suelo, sobre un bloque de madera plano. En el estudio se incluyeron sólo radiografías en que aparecen las tres falanges y sus respectivas articulaciones interfalángicas, el hueso navicular (sesamoideo distal) y el casco en su totalidad.

Las vistas a evaluar fueron las siguientes:

- Estudio Radiográfico: Para análisis de conformación.

- Dorso palmar (apoyado)
- Latero medial.

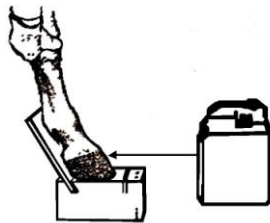
- Estudio Radiográfico: Para evaluación del hueso navicular.

- Latero medial.
- Dorso proximal-pálmaro distal oblicua.
- Pálmaro proximal-pálmaro distal oblicua.

Se utilizaron marcadores radiopacos en las radiografías utilizadas para el análisis de conformación. En la vista dorso palmar (apoyado) se ubicaron en la muralla del casco lateral y medial; ambos se pusieron paralelos a los túbulos córneos con el extremo proximal a nivel del rodete coronario en la zona de máximo ancho del casco. En la vista latero medial, se usaron marcadores radiopacos en la muralla a nivel de las pinzas, talones y ranilla (Kummer *et al.*, 2004); en las pinzas, se ubicó en la línea media de la pared dorsal del casco a nivel del rodete coronario cercano a los folículos pilosos más distales y en los talones, el marcador se situó en aspecto palmar del talón lateral a nivel del rodete coronario y otro en la superficie de apoyo más palmar.

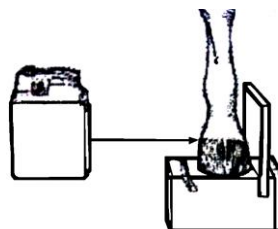
Para obtener la vista dorso palmar (apoyado) (Figura N° 11), el haz de rayos X horizontal se centró a medio trayecto entre el rodete coronario y la superficie de apoyo, en la línea media del casco (Butler *et al.*, 2000)

**Figura N° 11:** Vista dorso palmar (apoyado).



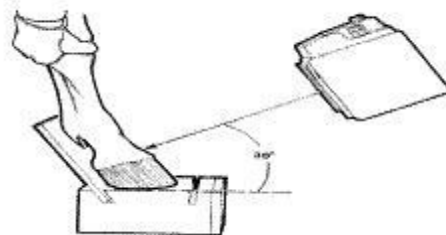
Para obtener la vista latero medial (Figura N° 12), se centró el haz de rayos X horizontal, dos centímetros bajo el rodete coronario, en el punto medio entre los bulbos de los talones y el aspecto próximo dorsal de la pared del casco, de acuerdo a la técnica radiográfica descrita por Kummer *et al* (2004).

**Figura N° 12:** Vista latero medial.



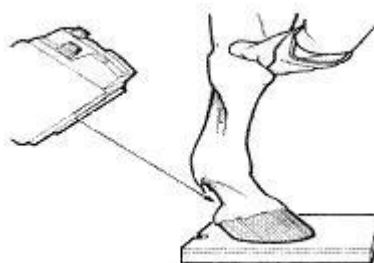
Para la vista dorso proximal-pálmaro distal oblicua (Figura N° 13), se colocó el casco sobre un bloque navicular, la pared dorsal de éste y la cuartilla se angularon hacia adelante a aproximadamente 85° de la horizontal. El haz de rayos X horizontal se centró dos a tres centímetros proximal al rodete coronario en la línea media del pie. El chasis se colocó detrás y tan cerca como fue posible del pie (Butler *et al.*, 2000).

**Figura N° 13:** Vista dorso proximal-pálmaro distal oblicua.



Se obtuvo la vista pálmaro proximal-pálmaro distal oblicua (Figura N° 14), posicionando el pie a radiografiar caudal al miembro contralateral, sobre un contenedor de chasis ubicado en el piso. El haz de rayos X se centró entre los bulbos de los talones en la base de la cuartilla, en un ángulo de 45° respecto de la horizontal (Butler *et al.*, 2000).

**Figura N° 14:** Vista pálmaro proximal-pálmaro distal oblicua.



Una vez realizadas, las radiografías se digitalizaron mediante el uso de una cámara fotográfica digital marca Sony Cyber-shot W180®. Posteriormente, las imágenes se importaron al programa computacional tpsDig2 versión 2.16 para realizar las mediciones.

## Mediciones Conformacionales (Siglas estandarizadas internacionalmente en inglés):

### Vista dorso palmar: (Figura N° 15)

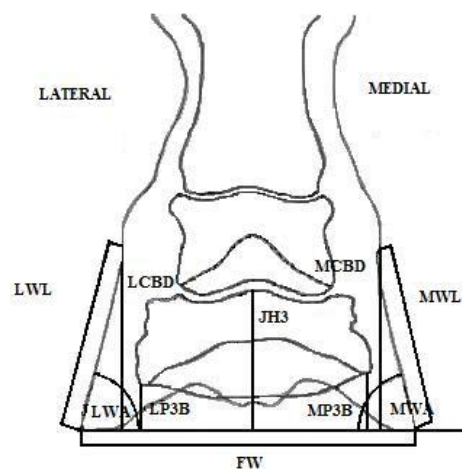
- Variables del casco (distancias):

- LWL Longitud de la muralla lateral.
- MWL Longitud de la muralla medial.
- FW Ancho del casco.
- JH3 Altura de la articulación interfalángica distal.
- LCBD Altura lateral del rodete coronario.
- MCBD Altura medial del rodete coronario.
- LP3B Distancia entre la falange distal y la superficie de apoyo lateral.
- MP3B Distancia entre la falange distal y la superficie de apoyo medial.

- Mediciones de ángulos:

- LWA Ángulo entre la muralla lateral y la superficie de apoyo.
- MWA Ángulo entre la muralla medial y la superficie de apoyo.

**Figura N° 15:** Distancias y ángulos del casco en vista dorso palmar.

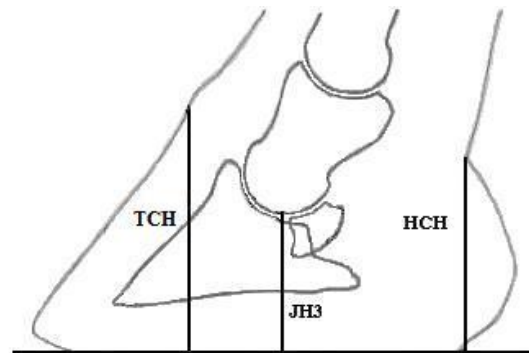


### Vista latero medial:

- Variables del casco (distancias): (Figura N° 16)

- JH3 Altura de la articulación interfalángica distal.
- TCH Altura del rodete coronario en la pinza.
- HCH Altura del rodete coronario en el talón.

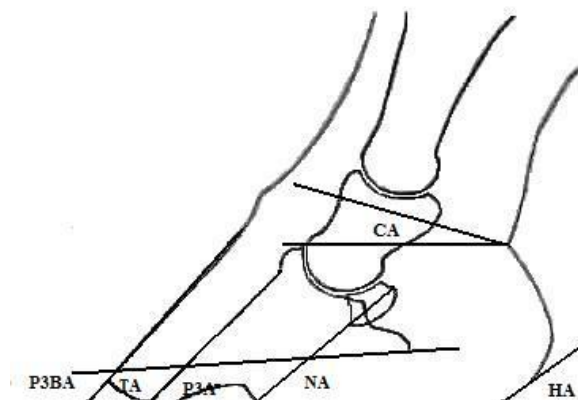
**Figura N° 16:** Variables del casco (distancias) en vista latero medial.



- Mediciones de ángulos: (Figura N° 17)

- TA Ángulo de la pinza respecto de la superficie de apoyo.
- HA Ángulo del talón respecto de la superficie de apoyo.
- CA Ángulo del rodete coronario.
- P3A Ángulo de la falange distal respecto de la superficie de apoyo.
- P3BA Ángulo de la superficie palmar de la falange distal respecto de la superficie de apoyo.
- NA Ángulo del eje del hueso navicular respecto de la superficie de apoyo.

**Figura N° 17:** Ángulos del casco en vista latero medial.



- Relaciones:

Usando los datos obtenidos a partir de las variables anteriormente mencionadas se procederá a calcular las siguientes relaciones:

- HATA Relación entre el ángulo del talón y de la pinza.
- HI Relación entre la altura del rodete coronario a nivel del talón respecto de la altura a nivel de la pinza.

### Evaluación Radiográfica del Hueso Navicular:

El hueso navicular se evaluó radiográficamente siguiendo la clasificación radiográfica reportada por Dik en 1992, que consiste en la puntuación del hueso navicular de 0 a 4 según las características que presente como forma y borde, textura del hueso y fosas sinoviales. Las condiciones de clasificación serán respectivamente: excelente, buena, regular, pobre y mala (Tabla 1).

**Tabla N° 1:** Clasificación radiográfica del hueso navicular (Dik, 1992).

Grado	Condición	Hallazgos Radiográficos		
		Textura del Hueso	Fosas Sinoviales	Forma y Borde
0	Excelente	Patrón trabecular fino, marcada interfase corticomedular	No visibles o algunas cónicas pequeñas (0.1-0.3 mm)	Forma variable-simetría bilateral
1	Buena	Patrón trabecular fino, marcada interfase corticomedular	Algunas cortas, ensanchadas (1-3 mm), puntiagudas o cónicas	Borde distal rugoso
2	Regular	Osteoporosis o esclerosis mínima, borrosa interfase corticomedular	Muchas cortas o algunas moderadamente penetrantes, ensanchadas (1-3 mm), puntiagudas o cónicas	Fragmento(s) “esquirla”
3	Pobre	Osteoporosis o esclerosis extensa, pérdida de la interfase corticomedular	Muchas moderadamente o algunas profundamente penetrantes, ensanchadas (1-3 mm), puntiagudas, cónicas o redondeadas	Neo formación ósea lisa poco extensa a lo largo del borde proximal o un pequeño “spur” en la extremidad medial y/o lateral
4	Mala	Quiste radiolúcido	Muchas profundamente	Neo formación ósea

			penetrantes, ensanchadas (1-3 mm), puntiagudas, cónicas o redondeadas, o en forma de matraz invertido	irregular extensa a lo largo del borde proximal, spur(s) grande, superficie flexora rugosa o erosionada, fractura
--	--	--	---	---

**Análisis Estadístico:**

Para el análisis estadístico se utilizó el programa Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2008). El estudio estadístico descriptivo incluyó el cálculo de la media y desviación estándar, según miembro, edad y clasificación del hueso navicular. Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para determinar diferencias entre las medias de las variables según miembro y edad. Para comparar las medias según clasificación del hueso navicular se utilizó la prueba de Tukey (prueba de comparaciones múltiples entre medias).

Se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman para determinar la asociación o interdependencia entre las variables podométricas del casco y la clasificación del hueso navicular.



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Mediciones Conformacionales

#### **Variables del casco (distancias):**

Una vez obtenidos los resultados de las variables conformacionales del casco planteadas en éste estudio, se agruparon en tablas. Las distancias evaluadas fueron las siguientes:

#### - Vista dorso palmar:

- LWL Longitud de la muralla lateral.
- MWL Longitud de la muralla medial.
- FW Ancho del casco.
- JH3 Altura de la articulación interfalángica distal.
- LCBD Altura lateral del rodete coronario.
- MCB D Altura medial del rodete coronario.
- LP3B Distancia entre la falange distal y la superficie de apoyo lateral.
- MP3B Distancia entre la falange distal y la superficie de apoyo medial.

#### -Vista latero medial:

- JH3 Altura de la articulación interfalángica distal.
- TCH Altura del rodete coronario en la pinza.
- HCH Altura del rodete coronario en el talón.

En las tablas N° 2 y N° 3 se pueden observar los promedios y desviación estándar de las variables conformacionales del casco (distancias), en miembro anterior derecho (MAD) e izquierdo (MAI), en las vistas dorso palmar y latero medial, respectivamente. Al comparar ambos miembros, no se observaron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ), lo que indica que, la variable mano, no influye en las distancias evaluadas.

**Tabla N° 2:** Variables conformacionales del casco (distancias) en miembro anterior derecho (MAD) e izquierdo (MAI), en equinos Pura Sangre Chilenos. Vista dorso palmar.

	<b>MAD</b>		<b>MAI</b>	
	N	Media ± D.S.(cm)	n	Media ± D.S.(cm)
<b>LWL</b>	26	8,44 ± 0,78 a	26	8,27 ± 0,67 a
<b>MWL</b>	26	9,00 ± 0,78 a	26	8,71 ± 0,85 a
<b>FW</b>	26	16,03 ± 1,31 a	26	15,46 ± 1,14 a
<b>JH3</b>	26	7,53 ± 0,73 a	26	7,24 ± 0,75 a
<b>LCBD</b>	26	8,23 ± 0,77 a	26	8,12 ± 0,65 a
<b>MCBD</b>	26	8,73 ± 0,80 a	26	8,44 ± 0,83 a
<b>LP3B</b>	26	3,48 ± 0,82 a	26	3,30 ± 0,72 a
<b>MP3B</b>	26	3,27 ± 0,71 a	26	3,10 ± 0,69 a

\* Letras diferentes en línea indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabla N° 3:** Variables conformacionales del casco (distancias) en miembro anterior derecho (MAD) e izquierdo (MAI), en equinos Pura Sangre Chilenos. Vista latero medial.

	<b>MAD</b>		<b>MAI</b>	
	n	Media ± D.S.(cm)	N	Media ± D.S.(cm)
<b>JH3</b>	26	5,66 ± 0,59 a	26	5,52 ± 0,59 a
<b>TCH</b>	26	8,48 ± 0,74 a	26	8,52 ± 0,79 a
<b>HCH</b>	26	4,14 ± 0,77 a	26	3,94 ± 0,77 a

\* Letras diferentes en línea indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

En ambas vistas es posible observar que los valores obtenidos en el miembro anterior derecho son levemente superiores en relación al miembro izquierdo, sin ser estas diferencias significativas ( $p > 0,05$ ), esto no coincide con el estudio realizado por Kummer *et al.*, en el año 2006, quienes trabajando con caballos de razas de sangre tibia como Holsteiner, Hannoveriano y Silla Francés, reportaron una asimetría anatómica significativa entre la mano izquierda y derecha, atribuyendo los valores más altos del miembro anterior izquierdo a un mayor apoyo de éste con respecto al derecho.

Si consideramos que la metodología utilizada por estos autores no difiere a la empleada en nuestros animales experimentales, creemos que la no concordancia entre los valores estaría dada por la conformación y el tipo de trabajo a que son sometidos los

caballos pura sangre chileno en relación a los de sangre tibia. Esto se corrobora con el estudio realizado por Maldonado (2012), quien trabajó con equinos pura sangre chilenos usando estas mismas medidas podométricas, en la vista latero medial de la mano derecha e izquierda, no encontrando diferencias significativas, lo cual atribuyó a la conformación del animal.

**Tabla N° 4:** Variables conformacionales del casco (distancias) en miembro anterior derecho (MAD) e izquierdo (MAI), según edad, en equinos Pura Sangre Chilenos. Vista dorso palmar.

Edad	MAD		MAI	
	< 10 años n= 16	≥ 10 años n=10	< 10 años n= 16	≥ 10 años n=10
Variable	Media ± D.S.(cm)	Media ± D.S.(cm)	Media ± D.S.(cm)	Media ± D.S.(cm)
LWL	8,55 ± 0,81 a	8,28 ± 0,75 a	8,25 ± 0,76 a	8,30 ± 0,52 a
MWL	9,11 ± 0,75 a	8,82 ± 0,83 a	8,70 ± 1,02 a	8,74 ± 0,50 a
FW	16,07 ± 1,42 a	15,97 ± 1,19 a	15,33 ± 1,27 a	15,68 ± 0,92 a
JH3	7,56 ± 0,82 a	7,48 ± 0,58 a	7,26 ± 0,87 a	7,21 ± 0,57 a
LCBD	8,33 ± 0,80 a	8,05 ± 0,72 a	8,12 ± 0,75 a	8,12 ± 0,49 a
MCBD	8,83 ± 0,80 a	8,57 ± 0,82 a	8,42 ± 1,01 a	8,47 ± 0,47 a
LP3B	3,43 ± 0,85 a	3,57 ± 0,80 a	3,29 ± 0,78 a	3,33 ± 0,65 a
MP3B	3,26 ± 0,82 a	3,30 ± 0,56 a	3,10 ± 0,71 a	3,11 ± 0,68 a

\* Letras diferentes en línea indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabla N° 5:** Variables conformacionales del casco (distancias) en miembro anterior derecho (MAD) e izquierdo (MAI), según edad, en equinos Pura Sangre Chilenos. Vista latero medial.

Edad	MAD		MAI	
	< 10 años n= 16	≥ 10 años n=10	< 10 años n= 16	≥ 10 años n=10
Variable	Media ± D.S.(cm)	Media ± D.S.(cm)	Media ± D.S.(cm)	Media ± D.S.(cm)
JH3	5,69 ± 0,66 a	5,60 ± 0,46 a	5,53 ± 0,58 a	5,52 ± 0,64 a
TCH	8,42 ± 0,85 a	8,58 ± 0,56 a	8,44 ± 0,74 a	8,63 ± 0,88 a
HCH	4,09 ± 0,87 a	4,23 ± 0,61 a	3,85 ± 0,85 a	4,09 ± 0,61 a

\* Letras diferentes en línea indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

En las tablas N° 4 y N° 5, se observan los promedios y desviaciones estándar de las variables conformacionales del casco (distancias), del miembro anterior derecho (MAD) e izquierdo (MAI), según edad de los ejemplares (menor de 10 años y mayor o igual a 10 años) y según vista radiográfica (dorso palmar y latero medial) respectivamente. Al comparar ambos miembros, no se observaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en ambas vistas entre los dos grupos etarios, lo que indica que las distancias evaluadas, no se ven influenciadas al comparar ambos grupos de edad. Esto coincide con lo reportado por Maldonado el año 2012, quien señala que no existen diferencias en las variables podométricas estudiadas en la falange distal en la vista latero medial ente grupos mayores y menores de 10 años y sólo es posible detectar valores distintos cuando considera mediciones que incluyen el eje podofalángico desde la articulación metacarpo falángica hacia distal. Al igual que este autor creemos que la falta de diferencias a nivel de tercera falange, se explicaría por la conformación del equino pura sangre chileno el cual, a pesar de la edad, no produce un impacto suficiente para generar a lo menos a este nivel cambios significativos de las variables en estudio, lo cual sí se reporta en razas más pesadas y con otro tipo de trabajo y entrenamiento (Kummer *et al.*, 2006).

**Tabla N° 6:** Clasificación del hueso navicular (según Dik, 1992), en MAD, para las variables conformacionales del casco (distancias), en equinos Pura Sangre Chilenos. Vista dorso palmar.

<b>Clasificación</b>	<b>0</b> n=10	<b>1</b> n=2	<b>2</b> n=14
<b>Variable</b>	Media ± D.S.(cm)	Media ± D.S.(cm)	Media ± D.S.(cm)
<b>LWL</b>	8,64 ± 0,87 a	8,05 ± 0,40 a	8,36 ± 0,76 a
<b>MWL</b>	9,29 ± 0,84 a	8,40 ± 0,94 a	8,88 ± 0,69 a
<b>FW</b>	15,83 ± 0,95 a	15,55 ± 0,31 a	16,24 ± 1,60 a
<b>JH3</b>	7,70 ± 0,93 a	7,84 ± 0,25 a	7,36 ± 0,59 a
<b>LCBD</b>	8,43 ± 0,87 a	7,94 ± 0,42 a	8,12 ± 0,73 a
<b>MCBD</b>	9,06 ± 0,88 a	8,24 ± 1,00 a	8,57 ± 0,69 a
<b>LP3B</b>	3,62 ± 0,93 a	4,24 ± 0,28 a	3,28 ± 0,73 a
<b>MP3B</b>	3,41 ± 0,94 a	3,80 ± 0,28 a	3,11 ± 0,53 a

\* Letras diferentes en línea indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabla N° 7:** Clasificación del hueso navicular (según Dik, 1992), en MAI, para las variables conformacionales del casco (distancias), en equinos Pura Sangre Chilenos. Vista dorso palmar.

<b>Clasificación</b>	<b>0</b> n=8	<b>1</b> n=4	<b>2</b> n=14
<b>Variable</b>	Media ± D.S.(cm)	Media ± D.S.(cm)	Media ± D.S.(cm)
<b>LWL</b>	8,82 ± 0,64 b	8,17 ± 0,51 ab	7,98 ± 0,55 a
<b>MWL</b>	9,36 ± 1,01 a	8,39 ± 0,35 a	8,44 ± 0,66 a
<b>FW</b>	15,46 ± 0,77 a	15,30 ± 0,51 a	15,51 ± 1,45 a
<b>JH3</b>	7,80 ± 0,85 b	7,25 ± 0,72 ab	6,92 ± 0,53 a
<b>LCBD</b>	8,69 ± 0,67 b	8,06 ± 0,48 ab	7,82 ± 0,47 a
<b>MCBD</b>	9,13 ± 1,00 b	8,12 ± 0,37 ab	8,14 ± 0,58 a
<b>LP3B</b>	3,68 ± 0,76 a	3,34 ± 0,63 a	3,08 ± 0,67 a
<b>MP3B</b>	3,37 ± 0,65 a	3,17 ± 0,75 a	2,93 ± 0,69 a

\* Letras diferentes en línea indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

En las tablas N° 6 y N° 7, se observa la clasificación radiográfica del hueso navicular según lo establecido por Dik (1992), en el miembro anterior derecho e izquierdo respectivamente, para las variables conformacionales del casco (distancias) con sus promedios y desviación estándar, en la vista dorso palmar.

La tabla N° 6 muestra los valores correspondientes a las variables en estudio en relación a la clasificación del hueso navicular en el miembro anterior derecho. En ninguna de éstas distancias es posible detectar diferencias significativas, lo cual indicaría que en este miembro las variables podométricas del casco estudiadas no influirían en las características estructurales del hueso sesamoideo distal, sin embargo, al observar la tabla N° 7, en la cual se evalúan las mismas variables anteriormente descritas, pero en miembro anterior izquierdo, sí es posible detectar diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) al considerar las variables longitud de la muralla lateral (LWL), altura de la articulación interfalángica distal (JH3), altura lateral del rodete coronario (LCBD) y altura medial del rodete coronario (MCBD), se observa un menor valor en cada una de estas variables, lo cual se manifiesta en un mayor grado de cambio estructural del hueso sesamoideo distal, lo que, a nuestro juicio se explicaría por el tipo de trabajo realizado por esta raza, donde el miembro

anterior izquierdo participa tanto en la propulsión lateral como en el apoyo en el momento de efectuar el marcaje de puntaje durante la competencia.

Por otra parte, esto permitiría inferir que estas alturas podrían verse influenciadas por la modificación del eje podófalángico, de tal manera que el tendón flexor digital profundo ejercería una mayor presión sobre el hueso sesamoideo distal, lo que coincide con lo descrito por varios autores quienes señalan dicho rol biomecánico en la predisposición al desarrollo de enfermedad navicular (Baxter *et al.*, 2011; O'Grady, 2006).

**Tabla N° 8:** Clasificación del hueso navicular (según Dik, 1992), en MAD, para las variables conformacionales del casco (distancias), en equinos Pura Sangre Chilenos. Vista latero medial.

<b>Clasificación</b>	<b>0</b> n=10	<b>1</b> n=2	<b>2</b> n=14
<b>Variable</b>	Media ± D.S.(cm)	Media ± D.S.(cm)	Media ± D.S.(cm)
<b>JH3</b>	5,92 ± 0,69 a	5,94 ± 0,11 a	5,42 ± 0,46 a
<b>TCH</b>	8,75 ± 0,94 a	8,89 ± 0,14 a	8,23 ± 0,54 a
<b>HCH</b>	4,40 ± 0,86 a	4,80 ± 0,01 a	3,86 ± 0,65 a

\* Letras diferentes en línea indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabla N° 9:** Clasificación del hueso navicular (según Dik, 1992), en MAI, para las variables conformacionales del casco (distancias), en equinos Pura Sangre Chilenos. Vista latero medial.

<b>Clasificación</b>	<b>0</b> n=8	<b>1</b> n=4	<b>2</b> n=14
<b>Variable</b>	Media ± D.S.(cm)	Media ± D.S.(cm)	Media ± D.S.(cm)
<b>JH3</b>	5,73 ± 0,49 a	5,87 ± 0,85 a	5,31 ± 0,51 a
<b>TCH</b>	8,79 ± 0,62 a	8,68 ± 1,01 a	8,31 ± 0,80 a
<b>HCH</b>	4,33 ± 0,81 a	3,91 ± 0,93 a	3,73 ± 0,65 a

\* Letras diferentes en línea indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

En las tablas N° 8 y N° 9, se puede observar la clasificación radiográfica del hueso navicular según lo establecido por Dik en 1992, en el miembro anterior derecho e

izquierdo, respectivamente, para las variables conformacionales del casco (distancias) con sus promedios y desviación estándar, en la vista latero medial.

Al evaluar ambas tablas, no fue posible encontrar diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ) entre las características del hueso navicular y las variables estudiadas. Lo cual indicaría que las alturas JH3 (altura de la articulación interfalángica distal), TCH (altura del rodete coronario en la pinza) y HCH (altura del rodete coronario en el talón), no influirían en los cambios estructurales del hueso navicular. A diferencia de lo discutido anteriormente, en la evaluación de las alturas estudiadas en la vista dorso palmar, las que sí influirían en las características biomecánicas lo suficiente como para producir cambios en las características estructurales del hueso navicular, a lo menos en miembro anterior izquierdo, dada la función de esta raza.

### **Medición de ángulos y relaciones:**

En las tablas N° 10 y N° 11, se muestran los valores promedios y desviación estándar en los miembros anterior derecho (MAD) e izquierdo (MAI), en las vistas dorso palmar y latero medial respectivamente, de las siguientes variables:

- Vista dorso palmar:

- LWA            Ángulo entre la muralla lateral y la superficie de apoyo.
- MWA            Ángulo entre la muralla medial y la superficie de apoyo.

- Vista latero medial:

- TA            Ángulo de la pinza respecto de la superficie de apoyo.
- HA            Ángulo del talón respecto de la superficie de apoyo.
- CA            Ángulo del rodete coronario.
- P3A            Ángulo de la falange distal respecto de la superficie de apoyo.
- P3BA          Ángulo de la superficie palmar de la falange distal respecto de la superficie de apoyo.
- NA            Ángulo del eje del hueso navicular respecto de la superficie de apoyo.
- HATA          Relación entre el ángulo del talón y de la pinza.
- HI            Relación entre la altura del rodete coronario a nivel del talón respecto de la altura a nivel de la pinza.

**Tabla N° 10:** Ángulos del casco en miembro anterior derecho (MAD) e izquierdo (MAI), en equinos Pura Sangre Chilenos. Vista dorso palmar.

	<b>MAD</b>		<b>MAI</b>	
	n	Media ± D.S.(cm)	n	Media ± D.S.(cm)
<b>LWA</b>	26	77,53 ± 3,13 a	26	78,73 ± 3,66 a
<b>MWA</b>	26	75,62 ± 4,73 a	26	76,49 ± 4,17 a

\* Letras diferentes en línea indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabla N° 11:** Ángulos del casco y relaciones en miembro anterior derecho (MAD) e izquierdo (MAI), en equinos Pura Sangre Chilenos. Vista latero medial.

	<b>MAD</b>		<b>MAI</b>	
	n	Media ± D.S.(cm)	n	Media ± D.S.(cm)
<b>TA</b>	26	56,74 ± 3,42 a	26	55,51 ± 2,72 a
<b>HA</b>	26	49,06 ± 5,06 a	26	48,09 ± 5,58 a
<b>CA</b>	26	20,66 ± 3,12 a	26	22,10 ± 3,17 a
<b>P3A</b>	26	51,84 ± 4,20 a	26	51,21 ± 3,60 a
<b>P3BA</b>	26	8,38 ± 4,08 a	26	7,34 ± 3,30 a
<b>NA</b>	26	44,52 ± 4,44 b	26	41,76 ± 4,29 a
<b>HATA</b>	26	0,86 ± 0,06 a	26	0,86 ± 0,08 a
<b>HI</b>	26	0,49 ± 0,07 a	26	0,46 ± 0,07 a

\* Letras diferentes en línea indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

En la tabla N° 10 no se observan diferencias significativas en los valores de las variables LWA (ángulo entre la muralla lateral y la superficie de apoyo) y MWA (ángulo entre la muralla medial y la superficie de apoyo) entre la mano derecha y la mano izquierda, lo cual indicaría que dichos ángulos, observados desde la vista dorso palmar y, asumiendo un despalme adecuado y con un periodo inferior a 30 días como fue en nuestros animales experimentales, presentan el mismo nivel de desgaste de suela a ambos lados. Sin embargo, al analizar los ángulos del casco desde la vista latero medial en miembro anterior derecho e izquierdo (tabla N°11) se observa un valor significativamente menor del ángulo formado por el eje del hueso navicular respecto de la superficie de apoyo (NA) en el miembro anterior izquierdo respecto al derecho, lo que indicaría un mayor desgaste de la suela a nivel del dedo en dicha mano con respecto a la otra producto de lo discutido



anteriormente, donde inferimos que el menor valor en la mano izquierda estaría dado por la mayor presión sufrida por ésta mano en relación a la derecha lo que permitiría un mayor desgaste del dedo.

Estos resultados indican que el miembro anterior izquierdo presenta un ángulo de pinza menor, lo que coincide con los autores Ross y Wayne (2011), quienes indicaron que en el equilibrio dorso palmar, la conformación largo de pinzas y bajo de talones corresponde a la alteración más frecuentemente observada en general en los caballos de deporte.

Es por esto que si existe un ángulo de pinza menor en el miembro anterior izquierdo, se espera que el ángulo del eje del hueso navicular también sea menor, en relación a lo que ocurre en el miembro anterior derecho. Según O'Grady (2006), un menor ángulo de pinza produce una alteración del eje podofalángico, el cual se quiebra hacia atrás, generando una mayor extensión de la articulación interfalángica distal, con el consecuente aumento de tensión del tendón del músculo flexor digital profundo y ligamentos del hueso navicular, lo que predispone a menor calidad del hueso sesamoideo distal.

**Tabla N° 12:** Ángulos del casco en miembro anterior derecho (MAD) e izquierdo (MAI), según edad, en equinos Pura Sangre Chilenos. Vista dorso palmar.

	MAD		MAI	
	< 10 años n= 16	≥ 10 años n=10	< 10 años n= 16	≥ 10 años n=10
<b>Edad</b>	< 10 años n= 16	≥ 10 años n=10	< 10 años n= 16	≥ 10 años n=10
<b>Variable</b>	Media ± D.S.(cm)	Media ± D.S.(cm)	Media ± D.S.(cm)	Media ± D.S.(cm)
<b>LWA</b>	78,05 ± 3,45 a	76,70 ± 2,47 a	79,57 ± 3,76 a	77,38 ± 3,21 a
<b>MWA</b>	75,89 ± 4,73 a	75,21 ± 4,96 a	76,31 ± 4,82 a	76,77 ± 3,07 a

\* Letras diferentes en línea indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabla N° 13:** Ángulos del casco y relaciones en miembro anterior derecho (MAD) e izquierdo (MAI), según edad, en equinos Pura Sangre Chilenos. Vista latero medial.

	MAD		MAI	
	< 10 años n= 16	≥ 10 años n=10	< 10 años n= 16	≥ 10 años n=10
<b>Edad</b>	< 10 años n= 16	≥ 10 años n=10	< 10 años n= 16	≥ 10 años n=10
<b>Variable</b>	Media ± D.S.(cm)	Media ± D.S.(cm)	Media ± D.S.(cm)	Media ± D.S.(cm)
<b>TA</b>	57,41 ± 3,96 a	55,67 ± 2,07 a	55,54 ± 3,07 a	55,48 ± 2,21 a
<b>HA</b>	49,90 ± 6,04 a	47,73 ± 2,66 a	48,02 ± 6,31 a	48,19 ± 4,50 a

<b>CA</b>	20,78 ± 2,85 a	20,48 ± 3,65 a	22,86 ± 3,26 a	20,88 ± 2,75 a
<b>P3A</b>	52,22 ± 5,10 a	51,23 ± 2,21 a	50,97 ± 4,37 a	51,59 ± 1,98 a
<b>P3BA</b>	8,42 ± 4,92 a	8,31 ± 2,43 a	6,81 ± 3,77 a	8,18 ± 2,28 a
<b>NA</b>	44,94 ± 5,08 a	43,86 ± 3,31 a	41,22 ± 4,27 a	42,62 ± 4,41 a
<b>HATA</b>	0,87 ± 0,07 a	0,86 ± 0,05 a	0,86 ± 0,08 a	0,87 ± 0,08 a
<b>HI</b>	0,48 ± 0,07 a	0,49 ± 0,07 a	0,45 ± 0,08 a	0,47 ± 0,06 a

\* Letras diferentes en línea indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

En las tablas N° 12 y N° 13, se pueden observar los valores promedios y desviación estándar de los ángulos y relaciones del casco, en MAD y MAI, según edad de los ejemplares (Menor de 10 años y mayor o igual a 10 años), en las vistas dorso palmar y latero medial, respectivamente. En ambas tablas no se observaron diferencias significativas en los distintos ángulos medidos ( $p > 0,05$ ), a pesar de los resultados anteriores y de lo señalado por Ross y Wayne (2011), en que se espera que con la edad la pinza tienda a alargarse, y que el ángulo de la pinza y la altura de los talones tiendan a disminuir.

Estos resultados coinciden con lo descrito por Maldonado (2012) quien realizó su estudio con variables podométricas en la vista latero medial del pie, en caballo pura sangre chileno. En nuestro estudio, no se observan diferencias estadísticamente significativas al comparar las variables angulares y relaciones del casco, según vista radiográfica y según grupo etario, por lo tanto creemos que, en nuestros animales experimentales, sus características conformacionales y condiciones de manejo de despálme permite mantener los valores de ángulos de igual forma en ambas manos.

**Tabla N° 14:** Clasificación del hueso navicular (según Dik, 1992), en MAD, para los ángulos del casco, en equinos Pura Sangre Chilenos. Vista dorso palmar.

<b>Clasificación</b>	<b>0</b> n=10	<b>1</b> n=2	<b>2</b> n=14
<b>Variable</b>	Media ± D.S.(cm)	Media ± D.S.(cm)	Media ± D.S.(cm)
<b>LWA</b>	77,76 ± 3,65 a	79,62 ± 2,20 a	77,07 ± 2,88 a
<b>MWA</b>	76,99 ± 3,69 a	72,55 ± 3,57 a	75,09 ± 5,42 a

\* Letras diferentes en línea indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabla N° 15:** Clasificación del hueso navicular (según Dik, 1992), en MAI, para los ángulos del casco, en equinos Pura Sangre Chilenos. Vista dorso palmar.

<b>Clasificación</b>	<b>0</b> n=8	<b>1</b> n=4	<b>2</b> n=14
<b>Variable</b>	Media ± D.S.(cm)	Media ± D.S.(cm)	Media ± D.S.(cm)
<b>LWA</b>	80,50 ± 4,24 a	78,03 ± 2,32 a	77,91 ± 3,46 a
<b>MWA</b>	77,76 ± 3,66 a	76,44 ± 1,44 a	75,78 ± 4,93 a

\* Letras diferentes en línea indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

En las tablas N° 14 y N° 15, se observa la clasificación radiográfica del hueso navicular según lo establecido por Dik en el año 1992, en el miembro anterior derecho e izquierdo, respectivamente, para las variables angulares del casco, con sus promedios y desviación estándar, en la vista dorso palmar.

A pesar de que no se presentan valores estadísticamente significativos ( $p > 0,05$ ), se puede observar una tendencia en que al aumentar el grado de compromiso del hueso navicular, disminuyen los ángulos LWA (ángulo entre la muralla lateral y la superficie de apoyo) y MWA (ángulo entre la muralla lateral y la superficie de apoyo) lo que se explicaría por el aumento de la superficie de apoyo al aumentar el grado de compromiso navicular por la modificación del eje podo falángico (Baxter *et al.*, 2011). Si bien es cierto, nuestros valores no coincidieron con lo descrito por Maldonado (2012), en equino pura sangre chileno, el cual encontró una modificación de los ángulos con respecto al desmedro de las características estructurales del hueso navicular, cabe destacar que dichas observaciones este autor las realizó en la vista latero medial, por lo que podemos inferir que aquellos ángulos del casco en el sentido dorso palmar, no influirían en las modificaciones y clasificación del hueso navicular.

**Tabla N° 16:** Clasificación del hueso navicular (según Dik, 1992), en MAD, para las variables angulares del casco y relaciones, en equinos Pura Sangre Chilenos. Vista latero medial.

<b>Clasificación</b>	<b>0</b> n=10	<b>1</b> n=2	<b>2</b> n=14
<b>Variable</b>	Media ± D.S.(cm)	Media ± D.S.(cm)	Media ± D.S.(cm)
<b>TA</b>	58,19 ± 4,38 a	55,86 ± 0,28 a	55,83 ± 2,55 a
<b>HA</b>	50,26 ± 6,78 a	47,32 ± 0,01 a	48,46 ± 3,94 a
<b>CA</b>	20,44 ± 3,19 a	19,15 ± 0,60 a	21,05 ± 3,32 a
<b>P3A</b>	53,36 ± 5,17 a	49,65 ± 3,51 a	51,06 ± 3,35 a
<b>P3BA</b>	10,35 ± 3,69 a	7,70 ± 0,01 a	7,06 ± 4,21 a
<b>NA</b>	45,88 ± 3,96 a	42,84 ± 3,06 a	43,79 ± 4,89 a
<b>HATA</b>	0,86 ± 0,09 a	0,85 ± 0,004 a	0,87 ± 0,05 a
<b>HI</b>	0,50 ± 0,07 a	0,54 ± 0,01 a	0,47 ± 0,07 a

\* Letras diferentes en línea indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabla N° 17:** Clasificación del hueso navicular (según Dik, 1992), en MAI, para las variables angulares del casco y relaciones, en equinos Pura Sangre Chilenos. Vista latero medial.

<b>Clasificación</b>	<b>0</b> n=8	<b>1</b> n=4	<b>2</b> n=14
<b>Variable</b>	Media ± D.S.(cm)	Media ± D.S.(cm)	Media ± D.S.(cm)
<b>TA</b>	57,53 ± 3,19 b	54,18 ± 1,98 a	54,74 ± 2,04 ab
<b>HA</b>	52,23 ± 6,11 b	47,41 ± 5,79 ab	45,91 ± 4,04 a
<b>CA</b>	21,50 ± 3,41 a	23,59 ± 1,62 a	22,02 ± 3,40 a
<b>P3A</b>	53,67 ± 4,14 b	48,32 ± 2,11 a	50,63 ± 2,83 ab
<b>P3BA</b>	9,72 ± 2,67 b	5,26 ± 3,47 a	6,57 ± 2,97 ab
<b>NA</b>	42,82 ± 3,98 a	39,42 ± 3,91 a	41,82 ± 4,58 a
<b>HATA</b>	0,91 ± 0,08 a	0,87 ± 0,09 a	0,84 ± 0,06 a
<b>HI</b>	0,49 ± 0,08 a	0,45 ± 0,06 a	0,45 ± 0,07 a

\* Letras diferentes en línea indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

En las tablas N° 16 y N° 17, se observa la clasificación radiográfica del hueso navicular según lo establecido por Dik (1992), en el miembro anterior derecho e izquierdo, respectivamente, para las variables angulares del casco y relaciones entre variables, con sus promedios y desviación estándar, en la vista latero medial.

Al comparar la clasificación del hueso navicular, en la tabla N° 16, donde se obtuvieron los valores del MAD, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ), mientras que en la tabla N° 17, donde se presentan los resultados del MAI, encontramos diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) en los ángulos TA (ángulo de la pinza respecto de la superficie de apoyo), HA (ángulo del talón respecto de la superficie de apoyo), P3A (ángulo de la falange distal respecto de la superficie de apoyo) y P3BA (ángulo de la superficie palmar de la falange distal respecto de la superficie de apoyo). Estos resultados coinciden con lo señalado por O'Grady en el año 2006, quien indicó que a menor ángulo de la pinza, el eje podal disminuye respecto del eje falángico, induciendo un quiebre del ángulo total hacia atrás, empeorando la calidad del hueso sesamoideo distal producto de una mayor presión sobre su cara flexora.

Un ángulo de casco menor de  $53-55^\circ$  favorece la conformación de talones remetidos. Ésta remisión se produce rápidamente en cascos con ángulos menores de  $45^\circ$  (García Liñeiro *et al.*, 2003). Esto se puede ver representado en éste estudio, ya que al aumentar el grado de clasificación del hueso navicular, va disminuyendo el ángulo del casco.

Parks (2011), señala que los ángulos TA y P3A debieran, idealmente, mantener un estricto paralelismo, sin embargo, tanto en nuestro estudio como en los trabajos de Kummer *et al.* (2006) y Vargas *et al.* (2004), se observa un valor de P3A menor que el valor de TA.

El ángulo P3BA, comprende una variable que describe la posición de ésta dentro del casco (Kummer *et al.*, 2006). Parks (2011), señaló que el TFDP se inserta en esta superficie, lo que es muy importante ya que cualquier cambio en este ángulo, afecta la fuerza ejercida sobre el hueso navicular, lo que coincide con nuestros resultados, donde a mayor grado en la clasificación del hueso navicular, se presenta un menor ángulo P3BA.

Nuestros valores son coincidentes por lo señalado por Maldonado (2012), quien encontró que los ángulos TA, HA, P3A y P3BA presentaban diferencias significativas, por lo tanto, a la luz de nuestras observaciones y a los autores señalados, se puede inferir que la

modificación de estos ángulos observados en la vista latero medial, tienen un impacto en la clasificación del hueso navicular por modificación del eje podo falángico.

### **Coefficiente de correlación de Spearman ( $\rho$ )**

En las tablas N° 18 y N° 19 se obtuvieron los coeficientes de correlación de Spearman entre las variables podométricas del casco y la clasificación del hueso navicular para el miembro anterior derecho e izquierdo, respectivamente, en la vista dorso palmar.

En la tabla N° 18 se presentan los valores obtenidos del miembro anterior derecho donde, se observan, en general, correlaciones bajas y medias (valores entre -0,75 y 0,75). Sin embargo, destacan algunas asociaciones altas entre variables:

- MWL aumenta al aumentar LWL ( $\rho=0,86$ ).
- MWA aumenta al aumentar MP3B ( $\rho=0,88$ ).
- LCBD aumenta al aumentar LWL ( $\rho=0,94$ ), MWL ( $\rho=0,85$ ) y JH3 ( $\rho=0,79$ ).
- MCBD aumenta al aumentar LWL ( $\rho=0,83$ ), MWL ( $\rho=0,98$ ) y LCBD ( $\rho=0,85$ ).
- MP3B aumenta al aumentar JH3 ( $\rho=0,83$ ) y LP3B ( $\rho=0,90$ ).

Éstos resultados coinciden con Stashak *et al.* (2004), que indica que cuando la superficie de la palma del casco es perpendicular al eje del miembro, cuando se ve desde el frente, las caras lateral y medial de la muralla son iguales en longitud, y el rodete coronario es paralelo al suelo, el casco está en equilibrio geométrico. Esto permite que la estructura del casco soporte el peso del miembro en forma regular.

En la tabla N° 19 se presentan los valores obtenidos del miembro anterior izquierdo donde nuevamente se observan correlaciones bajas y medias (valores entre -0,75 y 0,75), las que indican que no hay asociación entre las variables estudiadas. Sin embargo, destacan algunas asociaciones altas entre las siguientes variables:

- La clasificación del hueso navicular aumenta al aumentar FW ( $\rho=0,86$ ). Lo que se explicaría por el aumento de la superficie de apoyo al aumentar el grado de compromiso navicular (Baxter *et al.*, 2011).
- MWL aumenta al aumentar LWL ( $\rho=0,88$ ).
- JH3 aumenta al aumentar LWL ( $\rho=0,77$ ).
- LCBD aumenta al aumentar LWL ( $\rho=0,99$ ), MWL ( $\rho=0,87$ ) y JH3 (0,77).

- MCBD aumenta al aumentar LWL ( $\rho=0,90$ ), MWL ( $\rho=0,96$ ), JH3 ( $\rho=0,80$ ) y LCBD ( $\rho=0,89$ ).
- LP3B aumenta al aumentar JH3 ( $\rho=0,79$ ).
- MP3B aumenta al aumentar JH3 ( $\rho=0,88$ ) y LP3B ( $\rho=0,88$ ).

Los resultados anteriormente descritos en miembro anterior izquierdo, se refieren nuevamente al concepto del equilibrio geométrico del casco, tal como en el miembro anterior derecho, lo cual coincide con lo señalado por Thrall, en el 2003, quien indicó que las porciones lateral y medial de la pared del casco deben medir lo mismo. Además Butler *et al.*, 2000, señala que en esta vista, el margen solar de la falange distal debería tener la misma altura con respecto a la superficie de apoyo tanto en el lado medial como lateral.

En las tablas N° 20 y N° 21 se obtuvieron los valores del coeficiente de correlación de Spearman entre las variables podométricas del casco y la clasificación del hueso navicular para el miembro anterior derecho e izquierdo respectivamente. En la vista latero medial.

En la tabla N° 20 se presentan los valores obtenidos mediante correlación de Spearman del miembro anterior derecho donde, se observan, correlaciones bajas y medias (valores entre -0,75 y 0,75), las que indican que no hay asociación entre las variables estudiadas. Sin embargo, destacan algunas asociaciones altas entre variables:

- La clasificación del hueso navicular aumenta al aumentar la relación HATA ( $\rho=0,88$ ), lo que coincide con lo expuesto por Ross y Wayne (2011) quienes indican que un ángulo de talón disminuido, genera alteraciones que pueden modificar el eje podofalángico, dañando el hueso navicular por el quiebre del eje podofalángico hacia atrás.
- JH3 aumenta al aumentar TA ( $\rho=0,84$ ) y HA ( $\rho=0,95$ ).
- TCH aumenta al aumentar CA ( $\rho=0,89$ ) y HATA ( $\rho=0,79$ ).
- P3A aumenta al aumentar TA ( $\rho=0,77$ ).
- HATA aumenta al aumentar HA ( $\rho=0,78$ ).
- HI aumenta al aumentar HCH ( $\rho=0,85$ ) y disminuye al aumentar CA ( $\rho=-0,88$ ).

Los resultados anteriores coinciden con lo expuesto por O'Grady (2006), que indicó que el equilibrio geométrico implica que las vistas dorsal, palmar y solar del pie deben ser simétricas.

En la tabla N° 21 se presentan los valores obtenidos mediante la correlación de Spearman del miembro anterior izquierdo donde nuevamente se observan correlaciones

bajas y medias (valores entre -0,75 y 0,75), las que indican que no hay asociación entre las variables estudiadas. Sin embargo, destacan algunas asociaciones altas entre las siguientes variables:

- La clasificación del hueso navicular se asocia de forma positiva con las variables CA ( $\rho=0,78$ ) y NA ( $\rho=0,77$ ) por la modificación el eje podofalángico, el cual al quebrarse hacia atrás ejerce una mayor presión sobre la cara flexora del hueso sesamoideo distal con el consiguiente aumento del grado de daño estructural del hueso navicular (Ross y Wayne, 2011).
- JH3 aumenta al aumentar CA ( $\rho=0,88$ ).
- TCH aumenta al aumentar CA ( $\rho=0,81$ ).
- HATA aumenta al aumentar HA ( $\rho=0,90$ ).
- HI aumenta al aumentar HCH ( $\rho=0,87$ ) y disminuye al aumentar CA ( $\rho=-0,85$ ).

Los resultados obtenidos en el miembro anterior izquierdo, muestran la existencia de un equilibrio geométrico en el casco. El ángulo del casco a nivel de los talones debe ser paralelo al ángulo a nivel de las lumbres (Stashak *et al.*, 2004). Sobre esto, O'Grady y Poupard (2003) indicaron que la angulación "ideal" del casco se produce cuando se traza una línea por la superficie dorsal de la pared del casco y otra a lo largo de la superficie del talón estando éstas alineadas o en paralelo a una línea trazada a través de las tres falanges.



**Tabla N° 18:** Coeficiente de correlación de Spearman ( $\rho$ ) entre las variables podométricas del casco y clasificación del hueso navicular, en miembro anterior derecho. Vista dorso palmar.

*vista= MAD-DP*

*Correlación de Spearman: Coeficientes\probabilidades*

	clasificación	LWL	LWA	MWL	MWA	FW	JH3	LCBD	MCBD	LP3B	MP3B
clasificación	1,00	0,36	0,69	0,25	0,27	0,55	0,25	0,20	0,21	0,32	0,37
LWL	-0,19	1,00	0,70	1,7E-08	0,58	0,01	1,3E-04	1,2E-12	1,7E-07	0,05	0,02
LWA	-0,08	-0,08	1,00	0,66	0,51	0,06	0,15	0,66	0,46	0,63	0,39
MWL	-0,23	<b>0,86*</b>	0,09	1,00	0,30	0,08	1,3E-04	2,9E-08	0,00	0,04	4,8E-03
MWA	-0,23	0,11	0,13	0,21	1,00	0,01	0,60	0,42	0,12	0,72	<b>0,88*</b>
FW	0,12	0,47	-0,38	0,35	-0,51	1,00	0,18	0,08	0,18	0,11	0,16
JH3	-0,23	0,68	0,29	0,68	0,11	0,27	1,00	1,9E-06	3,4E-05	3,9E-05	2,0E-07
LCBD	-0,26	<b>0,94*</b>	0,09	<b>0,85*</b>	0,16	0,35	<b>0,79*</b>	1,00	4,8E-08	0,02	0,01
MCBD	-0,26	<b>0,83*</b>	0,15	<b>0,98*</b>	0,31	0,27	0,72	<b>0,85*</b>	1,00	0,02	2,9E-03
LP3B	-0,20	0,38	0,10	0,41	0,07	0,32	0,72	0,44	0,45	1,00	2,6E-10
MP3B	-0,18	0,44	0,18	0,54	0,03	0,29	<b>0,83*</b>	0,52	0,56	<b>0,90*</b>	1,00

\* Indica correlaciones altas.

**Tabla N° 19:** Coeficiente de correlación de Spearman ( $\rho$ ) entre las variables podométricas del casco y clasificación del hueso navicular, en miembro anterior izquierdo. Vista dorso palmar.

*vista= MAI-DP*

*Correlación de Spearman: Coeficientes\probabilidades*

	clasificación	LWL	LWA	MWL	MWA	FW	JH3	LCBD	MCBD	LP3B	MP3B
clasificación	1,00	3,9E-03	0,22	0,06	0,46	<b>0,86*</b>	0,02	4,9E-03	0,02	0,16	0,20
LWL	-0,55	1,00	0,49	4,2E-09	0,53	0,12	3,9E-06	0,00	4,6E-10	8,5E-05	7,1E-05
LWA	-0,25	0,14	1,00	0,68	0,05	0,01	0,22	0,29	0,37	0,36	0,25
MWL	-0,38	<b>0,88*</b>	0,08	1,00	0,63	0,02	2,1E-04	1,5E-05	0,00	2,1E-03	1,2E-04
MWA	-0,15	0,13	0,39	-0,10	1,00	1,9E-04	0,54	0,41	0,66	0,58	0,57
FW	0,04	0,31	-0,52	0,44	-0,67	1,00	0,14	0,20	0,12	0,10	0,06
JH3	-0,47	<b>0,77*</b>	0,25	0,74	0,12	0,29	1,00	1,1E-04	1,0E-06	1,8E-06	4,2E-09
LCBD	-0,53	<b>0,99*</b>	0,21	<b>0,87*</b>	0,16	0,26	<b>0,77*</b>	1,00	7,6E-10	1,6E-04	7,8E-05
MCBD	-0,47	<b>0,90*</b>	0,18	<b>0,96*</b>	0,09	0,31	<b>0,80*</b>	<b>0,89*</b>	1,00	3,8E-04	2,5E-05
LP3B	-0,29	0,69	0,19	0,57	0,11	0,33	<b>0,79*</b>	0,67	0,64	1,00	3,1E-09
MP3B	-0,26	0,70	0,23	0,68	0,12	0,38	<b>0,88*</b>	0,70	0,73	<b>0,88*</b>	1,00

\* Indica correlaciones altas.

**Tabla N° 20:** Coeficiente de correlación de Spearman ( $\rho$ ) entre las variables podométricas del casco y clasificación del hueso navicular, en miembro anterior derecho. Vista latero medial.

vista= MAD\_LM

Correlación de Spearman: Coeficientes\probabilidades

	clasificación	JH3	TCH	HCH	TA	HA	CA	P3B	P3BA	NA	HATA	HI
clasificación	1,00	0,06	0,06	0,06	0,16	0,37	0,45	0,41	0,06	0,23	<b>0,88*</b>	0,25
JH3	-0,37	1,00	1,9E-03	0,01	<b>0,84*</b>	<b>0,95*</b>	0,53	0,64	0,28	0,28	0,31	0,33
TCH	-0,38	0,58	1,00	1,1E-04	0,01	0,26	<b>0,89</b>	0,18	0,11	0,17	<b>0,79*</b>	0,19
HCH	-0,38	0,47	0,69	1,00	0,01	2,6E-03	8,9E-04	0,02	6,8E-04	0,02	0,03	3,4E-08
TA	-0,29	0,04	0,50	0,53	1,00	8,5E-05	0,46	4,2E-06	4,1E-03	0,02	0,30	0,08
HA	-0,18	-0,01	0,23	0,57	0,69	1,00	0,01	1,4E-04	0,01	0,01	2,2E-06	2,6E-03
CA	0,15	0,13	0,03	-0,61	-0,15	-0,51	1,00	0,18	3,0E-03	0,14	6,5E-05	4,6E-09
P3B	-0,17	0,10	0,27	0,46	<b>0,77*</b>	0,68	-0,27	1,00	2,0E-04	1,5E-03	0,10	0,02
P3BA	-0,37	0,22	0,32	0,62	0,54	0,53	-0,56	0,67	1,00	4,6E-04	0,05	3,0E-04
NA	-0,24	0,22	0,28	0,45	0,44	0,51	-0,30	0,59	0,64	1,00	0,09	0,04
HATA	-0,03	-0,21	-0,05	0,42	0,21	<b>0,78*</b>	-0,70	0,33	0,39	0,34	1,00	8,9E-04
HI	-0,24	0,20	0,27	<b>0,85*</b>	0,35	0,56	<b>-0,88*</b>	0,45	0,65	0,41	0,61	1,00

\* Indica correlaciones altas.

**Tabla N° 21:** Coeficiente de correlación de Spearman ( $\rho$ ) entre las variables podométricas del casco y clasificación del hueso navicular, miembro anterior izquierdo. Vista latero medial.

vista= MAI\_LM

Correlación de Spearman: Coeficientes\probabilidades

	clasificación	JH3	TCH	HCH	TA	HA	CA	P3B	P3BA	NA	HATA	HI
clasificación	1,00	0,07	0,10	0,09	0,06	0,02	<b>0,78*</b>	0,30	0,07	<b>0,77*</b>	0,05	0,27
JH3	-0,36	1,00	4,3E-05	8,7E-04	0,46	0,07	<b>0,88*</b>	0,21	0,04	0,51	0,09	0,09
TCH	-0,33	0,71	1,00	5,6E-05	0,16	0,06	<b>0,81*</b>	0,28	0,05	0,74	0,13	0,09
HCH	-0,34	0,61	0,71	1,00	0,07	5,8E-04	1,5E-03	0,04	3,3E-03	0,63	2,2E-03	6,8E-09
TA	-0,37	0,15	0,28	0,36	1,00	2,2E-03	0,17	1,6E-03	0,04	0,16	0,20	0,06
HA	-0,47	0,36	0,38	0,63	0,61	1,00	0,02	0,01	0,01	0,70	6,1E-06	1,4E-03
CA	0,06	0,03	0,05	-0,59	-0,28	-0,45	1,00	0,06	0,17	0,42	0,04	3,3E-08
P3B	-0,21	0,25	0,22	0,40	0,63	0,52	-0,37	1,00	2,2E-04	0,03	0,15	0,03
P3BA	-0,36	0,41	0,40	0,55	0,40	0,50	-0,28	0,74	1,00	0,02	0,05	0,03
NA	-0,06	0,14	0,07	0,10	0,28	-0,08	-0,16	0,43	0,48	1,00	0,23	0,64
HATA	-0,39	0,34	0,30	0,57	0,25	<b>0,90*</b>	-0,41	0,29	0,39	-0,24	1,00	3,7E-03
HI	-0,23	0,34	0,34	<b>0,87*</b>	0,38	0,64	<b>-0,85*</b>	0,43	0,44	0,09	0,58	1,00

\* Indica correlaciones altas.

## CONCLUSIONES

- 1) En las vistas dorso palmar y latero medial del casco no se observan diferencias ni por mano, ni por grupo etario en las medidas conformacionales estudiadas (distancias, ángulos y relaciones).
- 2) En la vista dorso palmar del pie, las variables podométricas longitud de la muralla lateral, altura de la articulación interfalángica distal y altura lateral y medial del rodete coronario, influyen en la calidad del hueso navicular y por lo tanto participarían en la aparición de signos radiológicos compatibles con síndrome navicular en el hueso sesamoideo distal.
- 3) En la vista latero medial, las variables podométricas correspondientes a los ángulos entre: la pinza respecto de la superficie de apoyo, el talón respecto de la superficie de apoyo, la falange distal respecto de la superficie de apoyo y finalmente, la superficie palmar de la falange distal respecto de la superficie de apoyo, influyen en la calidad del hueso navicular y por lo tanto, participarían en la aparición de signos radiológicos compatibles con síndrome navicular en el hueso sesamoideo distal.
- 4) En la vista dorso palmar del miembro anterior derecho e izquierdo existen asociaciones entre variables podométricas de distancias y ángulos del casco que evidencian un equilibrio entre el aspecto medial y lateral del casco.
- 5) En la vista dorso palmar del miembro anterior derecho e izquierdo existe asociación entre la variable podométrica ancho de casco y la clasificación del hueso navicular, lo que indica el rol de esta variable en la alteración a nivel del hueso sesamoideo distal.
- 6) En la vista latero medial, el daño estructural del hueso sesamoideo distal se ve influenciado en el miembro anterior derecho por la relación entre el ángulo del talón y de la pinza; y en el miembro anterior izquierdo por el ángulo del rodete coronario y el ángulo del eje del hueso navicular respecto de la superficie de apoyo.

- 7) En la vista latero medial del miembro anterior derecho e izquierdo existen asociaciones entre variables podométricas (distancias, ángulos y relaciones) que dejan en evidencia un equilibrio entre el aspecto dorsal y palmar del casco.

## REFERENCIAS

- BARREY, E.** 1990. Investigation of the Vertical Hoof Force Distribution in the Equine Forelimb with an Instrumented Horseboot. *Equine Vet J. Suppl.* 9:35-38.
- BAXTER, G.; STASHAK, T.** 2011. Lameness in the Extremities. **In:** Adams and Stashak's Lameness in Horses. 6<sup>th</sup> ed. Blackwell Publishing, Ltd. West Sussex, UK. pp. 436-949.
- BAXTER, G.; STASHAK, T.; HILL, C.** 2011. Conformation and Movement. **In:** Adams and Stashak's Lameness in Horses. 6<sup>th</sup> ed. Blackwell Publishing, Ltd. West Sussex, UK. pp. 91-127.
- BLUNDEN, A.; DYSON, S.; MURRAY, R.; SCHRAMME, M.** 2006. Histopathology in Horses with Chronic Palmar Foot Pain and Age-matched Control Horses. Part 1: Navicular Bone and Related Structures. *Equine Vet. J.* 38:15-22.
- BOWKER, R.** 2003. Contrasting Structural Morphologies of "Good" and "Bad" Footed Horses. *Proc. Am. Ass. Equine Practnrs.* 49:186-209.
- BOWKER, R.** 2011. Functional Anatomy of the Palmar Aspect of the Foot. **In:** Ross, M.; Dyson, S. (Eds.). *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse.* 2<sup>nd</sup> ed. W.B. Saunders Co. Philadelphia, USA. pp. 320-323.
- BUTENDIECK, E.** 1982. Anatomía de la Mano y Pie del Equino y Algunas Consideraciones Clínicas. IV Jornadas Clínicas. Podopatología. Valdivia. pp. 89-105.
- BUTLER, J.; COLLES, C.; DYSON, S.; KOLD, S.; POULOS, P.** 2000. *Clinical Radiology of the Horse.* 2<sup>nd</sup> ed. Blackwell Science. Oxford, U.K. 610 p.
- COLLES, C.** 1979. Ischaemic Necrosis of the Navicular Bone and its Treatment. *Vet. Rec.* 104:133-137.
- CORVALÁN, C.** 2008. Breve Repaso sobre las Enfermedades más Frecuentes del Aparato Locomotor en el Caballo. Suplemento Técnico Veterinario. Revista del Colegio, N°35. Marzo. Argentina. pp. 54-58.
- DENOIX, J.** 2000. The Equine Distal Limb. Atlas of Clinical Anatomy and comparative Imaging. Manson Publishing. Francia. pp. 28-29.
- DEPPE, M.; DEPPE, R.; TAMAYO, R.** 1994. Algunas Características de la Enfermedad Navicular (EN) en Caballos Chilenos Atendidos en el Hospital Veterinario de la Universidad Austral de Chile. *Arch. Med. Vet.* 26:29-34.
- DEPPE, R.** 1979. La Enfermedad Navicular del Equino. *Arch. Med. Vet.* 11:65-71.
- DEPPE, R.** 1982. Enfermedades del Pie Equino. VI Jornadas Clínicas Podopatología. Valdivia. Chile. pp. 109-142.

- DEPPE, R.; GONZÁLEZ, L.; HENRIQUEZ, O.** 1983. Estudio Comparativo de Cuatro Ángulos de Proyección Radiográfica para el Examen del Hueso Navicular Vía Coronaria Alta en el Caballo Chileno. Arch. Med. Vet. 5:43-47.
- DI RIENZO, J.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M.; ROBLEDO, C.** 2008. *InfoStat, versión 2008*, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- DIK, K.J.** 1992. Radiographic Examination. In: Wagenaar, G. (Ed.). The Pre-purchase Examination of the Horse. 2<sup>nd</sup> ed. Bunge, Utrecht. pp. 54-78.
- DYSON, S.** 1993. Currents Thoughts on the Diagnosis of the Navicular Disease Syndrome. 3<sup>rd</sup> Congress of the World Equine Veterinary Association (WEVA). pp. 134-136.
- DYSON, S.** 2008. Radiological Interpretation of the Navicular Bone. Equine Vet. Educ. Vol: 20. pp: 268-280.
- DYSON, S.** 2011. Navicular disease. In: Diagnosis and Management of Lameness in the Horse. 2<sup>nd</sup> ed. W.B. Saunders Co. Philadelphia, USA. pp. 324-342.
- DYSON, S.** 2011<sup>a</sup>. Radiological Interpretation of the Navicular Bone. Equine Vet. Educ. 23(2):73-87.
- DYSON, S.; MURRAY, R.; SCHRAMME, M.; BLUNDEN, T.** 2011. Current Concepts of Navicular Disease. Equine Vet. Educ. 23(1):27-39.
- ELIASHAR, E.; McGUIGAN, M.; WILSON, A.** 2004. Relationship of Foot Conformation and the Force Applied to the Navicular Bone of Sound Horses at the Trot. Equine Vet. J. 36:431-435.
- GABRIEL, A.; CAUDRON, I.; SERTEYN, D.; COLLIN, B.** 1994. Syndrome Naviculaire: Anatomie, Etio-pathogénie, Diagnostic et Traitement. Ann. Med. Vet. 138:309-330.
- GARCÍA LIÑEIRO, J.; LIGHTOWLER, C.; MERCADO, M.** 2003. Exploración del Aparato Locomotor de los Equinos. 2<sup>a</sup> Ed. Agro Vet. Buenos Aires. Argentina. pp. 6-58.
- GIBSON, K.** 1990. A Radiographic Study of the Distal Interphalangeal Joint and Navicular Bursa of the Horse. Vet. Radiol. 31:22-25.
- HOFFER, M.** 1982. The Development and Ultrastructural Anatomy of the Equine Navicular Bursa and Associated Structures. Western College of Veterinary Medicine, University of Saskatchewan, Saskatoon.
- KEEGAN, K.; WILSON, D.; WILSON, D.; FANKENY, R.; LOCH, W.; SMITH, B.** 1997. Effects of Anesthesia of the Palmar Digital Nerves on Kinematic Gait Analysis in Horse with and Without Navicular Disease. Amer. J. Vet. Res. 58:218-223.

- KINAST, C.** 2001. Caracterización Radiomorfométrica del Hueso Navicular del Caballo Chileno, Mediante las Técnicas de Examen Radiológico. Tesis de grado. Universidad Austral de Chile, Chile. pp. 1-12.
- KUMMER, M.; LISCHER, C.; VARGAS, J.; HUEGELSHOFER, J.** 2004. Evaluation of a Standardised Radiographic Technique of the Equine Hoof. *Schweiz Arch Tierheilkd.* 146:507-514.
- KUMMER, M.; GEYER, H.; IMBODEN, I.; AUER, J.; LISCHER, C.** 2006. The Effect of Hoof Trimming on Radiographic Measurements on the Front Feet of Normal Warmblood Horses. *Vet. J.* 172(1):58-66.
- LEACH, D.** 1993. Treatment and Pathogenesis of Navicular Disease (Syndrome) in Horses. *Eq. Vet. J.* 25:477-481.
- LETELIER, E.** 1949. El Caballo Chileno y su Registro Genealógico. Tomo 1. Stud Book de la Raza Chilena. Imprenta la Ilustración. Santiago. Chile. pp. 21-27.
- LOCHNER, F.** 1980. In Vivo and Invitro Measurement of the Tendon Strain in the Horse. *Amer. J. Vet. Res.* 41:212-219.
- MAC GREGOR, C.** 1989. Navicular Disease in Search of Definition. *Equine Vet. J.* 21:389-391.
- MALDONADO, J.** 2012. Contribución al Estudio del Síndrome Navicular Mediante el Análisis Podométrico y Radiográfico en Equinos pura Sangre Chileno. Tesis de grado. Universidad de Chile, Chile. pp. 57-76.
- MENDOZA, R.** 2008. Estudio Radiográfico de Lesiones de las Extremidades en Equinos Atendidos en el Hospital Veterinario de la Universidad Austral de Chile Durante los Años 2000 a 2006. Tesis de grado. Universidad Austral de Chile, Chile. pp. 3-10.
- MUNDY, G.** 1997. Review of Risk Factors Associated with Racing Injuries. *Proceedings of the Annual Convention of the Association of American Equine Practitioners.* 43: 204-210.
- O'GRADY, S.; POUPARD, D.** 2003. Proper Physiologic Horseshoeing. *Vet. Clin. Nort. Am. [Equine Pract].* 19:333-344.
- O'GRADY, S.; POUPARD, D.** 2003<sup>a</sup>. Physiologic Horseshoeing. *JEVS.* 23:123-124.
- O'GRADY, S.** 2006. Strategies for Shoeing the Horse with Palmar Foot Pain. *AAEP PROCEEDINGS.* 52:209-217.
- O'GRADY, S.** 2011. Foot Care and Farriery. **In:** Baxter, G. (Ed.). *Adams and Stashak's Lameness in Horses.* 6<sup>th</sup> ed. Blackwell Publishing, Ltd. West Sussex, UK. pp. 1449-1502.

- PARKS, A.** 2006. Structure and Function of the Equine Digit in Relation to Palmar Foot Pain. *AAEP PROCEEDINGS*. 52: 188-197.
- PARKS, A.** 2011. The Foot and Shoeing. **In:** Ross, M.; Dyson, S. (Eds.). *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*. 2<sup>nd</sup> ed: W.B. Saunders Co. Philadelphia, USA. pp. 282-309.
- PINOCHET, J.** 1980. Estudio Hipométrico y Morfológico del Caballo de Raza Criolla Chilena y su Posible cambio Tipológico. Tesis de Grado. Universidad de Chile. Santiago. Chile. pp. 3-16.
- PLEASANT, S.; CRISMAN, M.** 1997. Navicular Disease in Horses: Pathogenesis and Diagnosis. *Vet. Med.* 92: 250-257.
- POLLIT, C.** 1998. Atlas en Color. El Pie del Caballo. España. Harcourt Brace. pp. 21-60.
- POOL, R.; MEAGHER, D.; STOVER, S.** 1989. Pathophysiology of Navicular Syndrome. *Vet. Clin. North Am. Eq. Pract.* 5:109-129.
- ROSS, M.; WAYNE, C.** 2011. Conformation and Lameness. **In:** *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*. 2<sup>nd</sup> ed. W.B. Saunders Co. Philadelphia, USA. pp. 15-32.
- SCHRAMME, M.; KEREKES, Z.; HUNTER, S.; NAGY, K.; PEASE, A.** 2009. Improved identification of the palmar fibrocartilage of the navicular bone with saline magnetic resonance bursography. *Vet. Radiol. Ultrasound*. 50: 606-614.
- SISSON, S.; GROSSMAN, J.; GETTY, R.** 1999. Anatomía de los Animales Domésticos. Tomo 1. 5<sup>a</sup> Ed. Masson. pp. 307-356.
- STASHAK, T.** 2002. Adam's Lameness in Horses. 5<sup>th</sup> ed. Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia, USA. pp. 1-117.
- STASHAK, T.; HILL, C.; KLIMESH, R.; OVNICEK, G.** 2004. Rebajado y Herrado para el Equilibrio y la Salud del Casco. **In:** Adams Claudicación en el Caballo. 5<sup>a</sup> ed. Editorial Inter-Médica. Buenos Aires, República Argentina. pp. 1163-1228.
- THRALL, D.** 2003. Manual de Diagnóstico Veterinario. 4<sup>a</sup> ed. Elsevier. Madrid, España. pp. 295-296.
- TROUT, D.; HORNOF, W.; O'BRIEN, T.** 1991. Soft Tissue and Bone Phase Scintigraphy for Diagnosis of Navicular Disease in Horse. *JAVMA*. 198:73-77.
- VAN WULFEN, K.** 1999. Normal anatomy of navicular bone suspensory ligaments and its relationship to navicular syndrome. MS Thesis. Michigan, USA. Michigan State University.



- VARGAS, J.; LISCHER, C.; KUMMER, M.; HÄSSIG, M.; AUER, J.** 2004. Evaluating the Measuring Software Package Metron-PX for Morphometric Description of Equine Hoof Radiographs. *J. Equine Vet. Sci.* 24(8): 347-354.
- WAGUESPACK, W.; HANSON, R.** 2010. Navicular Syndrome in Equine Patients: Anatomy, Cause and Diagnosis. In: *Surgical Views Compendium: Continuing Educations for Veterinarians.* pp. E1-E14.
- WRIGHT, I.; DOUGLAS, J.** 1993. Biomechanical Considerations in the Treatment of Navicular Disease. *Vet. Rec.* 133: 109-114.
- WRIGHT, I.; KIDD, L.; THORP, B.** 1998. Gross, Histological and Histomorphometric Features of the Navicular Bone and Elated Structures in the Horse. *Equine vet. J.* 30:220-234.

