

Diagnóstico de las lesiones del hueso navicular mediante tomografía axial computarizada: comparación con la radiología convencional

Arias Sanz P¹, Chamorro Sancho M²

Sanid. mil. 2010; 66 (1): 27-32; ISSN: 1887-8571

RESUMEN

Introducción. El dolor procedente del aparato navicular del caballo es el causante del llamado síndrome navicular. Considerando la dificultad de su diagnóstico mediante el empleo de los medios habituales, este trabajo pretende comparar la sensibilidad de la radiología convencional y la tomografía computarizada, en la detección de las lesiones características de esta patología. **Material y método.** Se han sometido a exploración por TAC y radiología convencional tres piezas anatómicas, correspondientes a la porción distal de una de las extremidades anteriores de tres caballos, utilizando también contrastes radiológicos. **Resultados.** El estudio de las exploraciones radiológicas y tomográficas sin contraste, o con contraste en la articulación interfalángica distal y en la bolsa podotroclear, ha permitido valorar 55 parámetros radiológicos en cada una de las extremidades. El TAC, con contrastes o sin ellos, fue capaz de detectar un mayor número de signos de lesión de navicular en todos los casos. Se han encontrado diferencias de interpretación, con la radiología convencional, de hasta en un 60% de las valoraciones realizadas en alguna de las extremidades. **Conclusiones.** Se confirma, por tanto, una mayor capacidad diagnóstica a favor del TAC en la detección de lesiones propias de este síndrome. La introducción de contrastes no mejoró su sensibilidad, aunque puede ayudar a valorar lesiones de los tejidos blandos que forman parte del aparato navicular.

PALABRAS CLAVE: Síndrome navicular, Tomografía axial computarizada, contrastes radiológicos, Bolsa navicular.

Diagnosis of navicular bone injuries through computerized axial tomography: comparison with conventional radiology.

SUMMARY

Introduction: Pain originating in the equine navicular apparatus is the cause of the symptoms related to Navicular Syndrome. Considering the difficulties associated with conventional clinical diagnostic methods, the objective of this study is to compare the resolution and accuracy of conventional radiography versus that of a compute tomography scan for the detection of lesions associated with this pathology. **Material and method:** The distal aspects of three cadaver forefeet were imaged using radiography and computed tomography (CT), both with and without contrast agent. **Results:** The study of both the CT scans and the radiographs, both with and without contrast agent, of the distal interphalangeal joint and of the podotroclear bursa enabled evaluation of fifty-five radiological parameters in each of the extremities. In all cases, Computed Tomography, whether with or without contrast, detected a greater number of navicular injury indicators. In sixty percent of the trials, conventional radiography yielded a different result. **Conclusions:** This study confirms that computed tomography surpasses conventional radiography as a diagnostic tool for navicular syndrome. The use of a contrast agent did not improve the resolution or accuracy of the procedure; however, a contrast agent may be useful to assess soft tissue damage in the navicular apparatus.

KEY WORDS: Navicular syndrome, Computed tomography, Contrast agent, Navicular bursa.

INTRODUCCIÓN

El síndrome o enfermedad navicular del caballo, se caracteriza por manifestarse con una claudicación crónica, provocada por dolor procedente del hueso sesamoideo distal o hueso navicular y sus estructuras relacionadas, incluyendo los ligamentos colaterales del hueso navicular, el ligamento sesamoideo impar distal, la bolsa navicular y el tendón del músculo flexor digital profundo del dedo, elementos que, con el propio hueso, configuran el aparato navicular.

Su diagnóstico se basa habitualmente en el estudio de las características de la claudicación, y en la respuesta a la analgesia perineu-

ral, intraarticular e intratecal (bolsa navicular; NB), pero su respuesta positiva o negativa, no confirma ni excluye de forma específica la patología del hueso navicular. Sólo resulta más específico el resultado del bloqueo analgésico de la bolsa podotroclear¹. Pero así como los bloqueos de los nervios palmares y palmares digitales, y el de la articulación interfalángica distal (DIJ), son habitualmente practicados por los veterinarios, no lo es en absoluto el de la bolsa navicular, por presentar mayor dificultad técnica, y riesgo de sepsis.

Una de las partes más importantes del procedimiento diagnóstico es el estudio radiológico, que intentará demostrar los cambios adaptativos que tienen lugar en el hueso navicular, tales como el engrosamiento de la cortical, la remodelación y esclerosis del hueso subcondral con engrosamiento trabecular y aparición de áreas de lisis, e incluso quistes, y el aumento de tamaño de las invaginaciones sinoviales. También se producen lesiones más difíciles de demostrar radiológicamente, por afectar al cartílago articular y a los tejidos blandos antes citados. Por tanto, la ausencia de anomalías radiológicas, no excluye la existencia de dolor asociado con el hue-

¹ Cte. Veterinario. Alumno Escuela Militar de Sanidad.

² Cte. Veterinario. Centro Militar de Veterinaria de la Defensa.

Dirección para correspondencia: paris@oc.mde.es

Recibido: 27 de octubre de 2009

Aceptado: 30 de diciembre de 2009

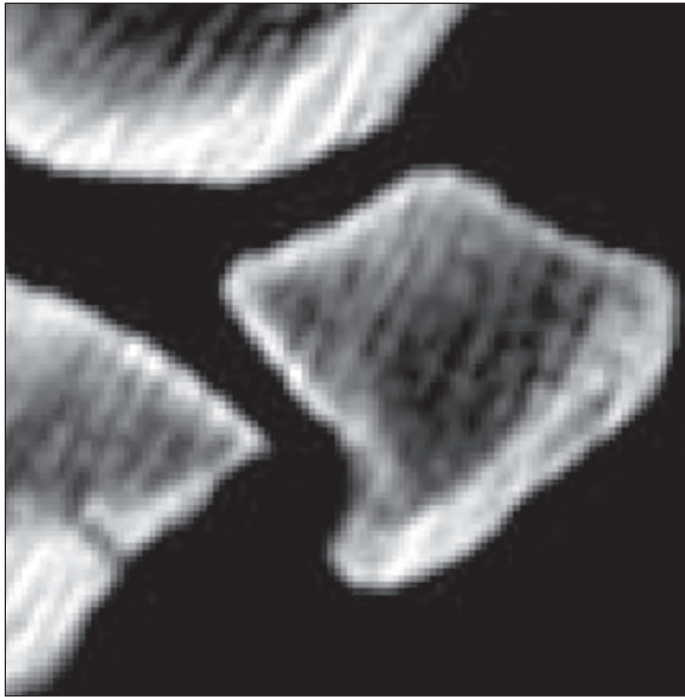


Figura 1. Sección tomográfica sagital del hueso navicular.

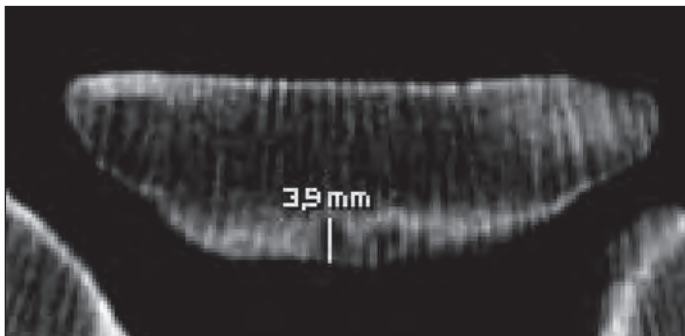


Figura 2. Sección tomográfica dorsal del hueso navicular.

so navicular². Además, la evaluación radiológica es problemática, debido a su correlación inconsistente con la clínica³. Obviamente, realizar pues un diagnóstico de síndrome navicular basándose exclusivamente en los cambios radiológicos es arriesgado⁴.

Considerando la dificultad existente con los medios habituales, para el diagnóstico del síndrome navicular, el objetivo de este trabajo ha sido la exploración experimental de las posibilidades diagnósticas de la Tomografía Axial Computarizada (TAC), en la detección de las lesiones implicadas en él, comparándolas con la sensibilidad de la radiología convencional, utilizando además la infiltración de contrastes radiopacos en la articulación DIJ. y NB., para valorar las posibles ventajas diagnósticas del artro-TAC.

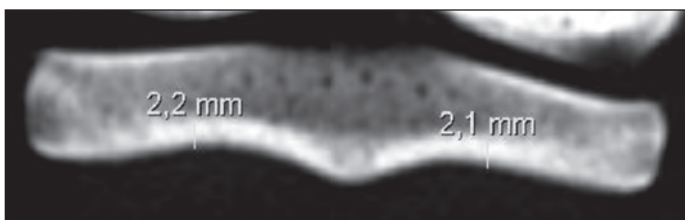


Figura 3. Sección tomográfica transversal del hueso navicular.

MATERIAL Y MÉTODO

Para la exploración tomográfica se ha empleado el TOMOES-CÁN SR 4000[®] de Philips, ubicado en el Servicio de Policlínica Centro Militar de Veterinaria de la Defensa (TAC Helicoidal de 3^a generación).

Para la exploración radiológica, se ha empleado el equipo de rayos x SEDECAL APR-VET[®], chasis con pantallas intensificadoras Konica KR-II[®] de tierras raras, y película radiográfica Konica MG-SR[®].

Para este estudio se han utilizado piezas anatómicas de caballo. Se han explorado tres extremidades anteriores (Extremidad 1; Extremidad 2; Extremidad 3), seccionadas en un punto proximal al menudillo. Estas piezas anatómicas proceden de caballos de los que se desconoce su edad e historial clínico.

El procedimiento de trabajo ha sido el siguiente:

1. Exploración y valoración radiológica convencional.

Incluye las tres proyecciones básicas, para el estudio del hueso navicular, es decir: Lateromedial (LM), dorsoproximal (DPa) y palmarproximal-palmarodistal oblicua (PaPr-PaDi).

2. Exploración mediante tomografía axial computerizada.

(Thicknes=2 mm, FOV=10 cm, matrix=512).

Se han obtenido secciones tomográficas en el plano sagital (fig. 1) del hueso navicular, que se correlacionan con la imagen obtenida en la proyección LM, secciones del plano dorsal (fig. 2), para compararlas con las imágenes ofrecidas por la proyección DPa, y secciones del plano transversal (fig. 3) para su comparación con la proyección PaPr-PaDi.

3. Introducción de contraste radiológico en la bolsa navicular.

Para ello se ha utilizado la técnica descrita en el 2000 por Schramme MC et al.⁴, de abordaje distopalmar a la posición del hueso navicular (DPNP).

En nuestro trabajo hemos infiltrado dos tipos de contraste radiopaco: meglumine diatrizoato (Gastrografin[®]) e Iopamidol (Iopamiro 10[®]). En ambos casos se han utilizado en solución al 50% con suero fisiológico, con un volumen de 4 cc.

4. Exploración tomográfica en los tres planos ya citados antes.

Tras su valoración realizamos la infiltración de líquido de contraste en la DIJ., empleando la técnica dorsal perpendicular, y dorso-lateral⁵.

5. Una vez comprobada bajo los rayos x la infiltración del contraste, hemos realizado de nuevo una exploración por TAC en los tres planos establecidos.

RESULTADOS

En las tablas I, II y III figuran los signos radiográficos y tomográficos que se han tenido en cuenta, así como el resultado de su valoración.

Los parámetros estudiados en cada una de las proyecciones y planos, están basados en las tablas publicadas por De Clercq et al.⁶ en el año 2000. Este clasifica los signos radiográficos en signos importantes y menos importantes.

El resumen de la valoración de las exploraciones radiográficas y tomográficas, incluyendo en estas las realizadas sin contraste, con contraste en la bolsa navicular (NB), y con contraste en esta bolsa y en la articulación interfalángica distal (DIJ), realizadas sobre las ex-

Tabla I. Signos radiológicos y resultado de su valoración (Plano dorsal)

	CT 1	RX DP/PD 1	CT 1 NB	CT 1 NB/DIJ	CT 2	RX DP/PD 2	CT 2 NB	CT 2 NB, DIJ	CT 3	RX-3	CT3;NB	CT 3, NB/DIJ
Forma asimétrica	no	no	no	no	no	no	no	no	si	si	si	Si
Medula												
Trabécula irregular	no	no	no	no	si	si	si	si	si	si	si	si
Presencia de Quiste	no	no	no	no	si	si	si	si	si	no	si	si
Central									si		si	si
Múltiples en borde distal					3	3	3	3	1		1	1
Borde distal												
Borde distal irregular	no	no	no	no	si	si	si	si	si	si	si	si
nº fosas sinoviales	2	1 (dudoso)	2	2	4	1	6	borroso	9	7, u 8	9	dudoso(7)
Máxima longitud	3,9 mm	no cuantific.	3,6 mm	3,8 - 3,3	7,9 mm	7mm	7.8 mm	7,8 mm	8,8 mm	6 mm	8,9 mm	7 mm
Esclerosis borde de fosas	no	no	no	no	si	si	si	si	si	si	si	dudoso
Forma anormal de fosas	no	no	no	no	si	si	si	si	si	si	si	si
Entesiofítosis distal	no	no	no	no	si	no	si	si	si	dudoso	si	si
Fosas acabadas en quiste	no	no	no	no	2	1	2	borroso (3)	2	no	2	2
Gran fragmento óseo distal	no	no	no	no	1	no	2	no	no	no	no	no
Relleno de fosas			no	si			no	si			no	si
Aspecto med. y lat. de borde distal irregular	no	no	no	no	si	si	si	si	si	si	si	si
Fosas sinoviales	no	no	no	no	3	2(dudoso)	5	borroso	3	dudoso (1)	7	si (dudoso)
Nuevo hueso	no	no	no	no	si	dudoso	no	si	si	dudoso	si	si
Borde proximal												
Borde proximal irregular	no	no	no	no	Ondul.	si	Ondul.	Ondul.	ondul.	ondul.	ondul.	ondul.
Fosas sinoviales	no	no	no	no	5	no	8	8	4	no	2 (rell)	dudoso
Nuevo hueso localizado	no	no	no	no	si	dudoso	si	si	si	no	si	no (borroso)
Nuevo hueso generalizado borde proximal	no	no	no	no	si	no	si	si	si	no	dudoso	no (borroso)
Entesiofítosis borde proximal, uni o bilateral	no	no	no	no	bilateral	dudoso	bilateral	bilateral	si	no	si	Si

tremidades 1, 2 y 3, incluye la valoración de 14 signos importantes y menos importantes, a los que hemos añadido otros 41 parámetros con vistas a completar el estudio.

En relación a los signos importantes (Tabla IV), el total de los detectados por las tres proyecciones radiológicas, en las extremidades 2 y 3 (RX2 y RX3), es de 5 en ambos casos, frente a 13 y 11 respectivamente (CT2 y CT3), detectados en la exploración tomográfica (con menor número de hallazgos cuando la exploración por TAC se hace con contrastes; CT2, NB; CT3, NB; CT2, NB-DIJ y CT3,NB-DIJ).

Las mismas consideraciones se pueden realizar tras el análisis de los signos menos importantes (Tabla IV). El total de estos signos detectados por las tres proyecciones radiológicas es de 4 para la extremidad 2 (RX2), y 3 para la extremidad 3 (RX3), que ascienden a 10 y 13 respectivamente en las exploraciones por TAC (CT2 y CT3), siendo también menores cuando se emplean contrastes (CT2, NB; CT3, NB; CT2,NB-DIJ y CT3,NB-DIJ).

En la extremidad 1 el hallazgo de signos importantes y menos importantes, radiológicos y tomográficos (RX1 y RX2), es nulo o irrelevante.

Para definir aun mejor la diferente sensibilidad de los métodos de exploración antes descritos, hemos analizado los resultados que

difieren, se expresan como dudosos, o no son capaces de valorar la radiología convencional y el TAC acompañado de contrastes, frente al empleo del TAC (Tabla V).

Del total de los 55 signos valorados en el conjunto de las 3 proyecciones, en el caso de la extremidad 1, el conjunto de interpretaciones radiológicas que difieren (difieren, dudosas y no valora) de las obtenidas por el TAC, son 19 (incluyendo 4 correspondientes a signos importantes), lo que supone el 35% del total de signos valorados.

En el caso de las extremidades 2 y 3, la diferencia supera el 60% de las valoraciones (35 valoraciones diferentes en ambas).



Figura 4. Clave interpretación tablas I, II y III.

Tabla II. Signos radiológicos y resultado de su valoración (Plano sagital)

	CT 1	RX1; L/M	CT 1 NB	CT1; NB,DIJ	CT 2	RX2;L/M	CT 2 NB	CT 2 NB, DIP	CT3	RX3; L/M	CT3 NB	CT3, NB _DIJ
Médula												
Esclerosis medular	no	no	no	no	si(quiste)	duda(si)	si(quiste)	si(relleno)	si(Q)	si	si(Q)	si (rell)
Demarcación corticomedular borrosa	no	no	no	no	si	si	si	si	si	si	si	si
Cortical flexora												
Disminución de opacidad cortical	no	no	no	no	local	no	local	local	si	no	no	no
Espesor cortical prox/distal	3,4/2,1	dudoso	3,7/2,2	3,9/2,5	3,9/3,4	3,0 / 5,0	4,9/3,9	4,3/4,2	3,7/3,6	5,0/4'0	4,7/3,8	4,9/4,0
Espesor cortical irregular	no	dudoso	no	no	si	duda(si)	si	si	si	no	si	
fina, esclerosis subcortical local	no	no cuantif	no	no	si	no cuantif.	si	si	si	no cuantif.	si	no
fina, línea de refuerzo	no	no cuantif	no	no	si	no cuantif.	si	si	si	no cuantif.	si	si
fina, hueso trabecular sobre médula	no	no cuantif	no	no	no	no cuantif.	no	no	no	no cuantif.	no	no
mayor grosor distal/proximal	no	no cuantif	no	no	si distal	no	si distal	distal	distal	no	dist	dist
Área radiolúcida corteza flexora	si	no cuantif	si(menor)	si (menor)	si	no	si (menor)	si (menor)	si	no	si	no
Depresión media definida en cresta sagital	si	dudoso	si	si	si	si	si	si	si	duda(si)	si	si
Borde flexor proximal												
Nuevo hueso irregular borde proximal	no	no	no	no	si	duda(si)	si	si	si	duda(no)	si	si
Nuevo hueso bien definido proximal entesiofitos	no	no	no	no	si	duda(si)	si	si	si	no	si	si
eminencia con cavidad interior	3,1	no	no	no	si	no	5,2	5	si(3'8)	no	si(5,2)	si(3,3)
cortical fina	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
Borde flexor distal												
Borde flexor distal irregular	no	no	no	no	si	no	si	si	si	no	si	no(borroso)
Fragmentos en borde distal	no	no	no	no	no	no	no	no	si	no		no(borroso)

Tabla III. Signos radiológicos y resultado de su valoración (Plano transversal)

	CT 1	RX1	CT 1 NB	CT1; NB,DIJ	CT 2	RX2	CT 2 NB	CT 2 NB, DIP	CT3	RX3	CT3;NB	CT3;NB/DIJ
Médula												
Demarcación corticomedular borrosa	no	si	no	no	no	si	no	no	no	si	no	no
Esclerosis medular	no	si	no	no	si	si	si	si	si	si	si	si
Esclerosis subcortical	no	no	no	no	si	no	si	si	si	duda	si	si
Patrón trabecular irregular	no	no	no	no	si	si	si	si	si	si	si	si
Fosas sinoviales aumentadas	no	no	no	no	si	si	si	si	si	si	si	si
Áreas radiolúcidas	no	no	no	no	si(Q;3)	si	si(Q,3)	si(rell.)	si(3)	si	si(3)	si(rell.)
Corteza flexora												
Área radiolúcida localizada	no	no	no	no	si	no	si	si	no	no	no	no
Opacidad disminuida	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
Engrosamiento	2,2(i)-2,1(d)	no	2,3-2,5	2,2_2,2	2,6-2,4	2,0-2,0	2,7-2,8	2,8-2,8	2,6-2,7	3,5-3,5	2,7-2,8	2,7-2,9
Adelgazamiento	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
Espesor irregular/línea refuerzo	no	no	no	no	si	no	si	si	si	no	si	si
Contorno irregular	no	no	no	no	no	no	si	si	no	no	no	no
Siluetas interrumpidas	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
Nuevo hueso	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	si	si
Área semilunar cresta sagital	si	duda	si	si	si	no	si	si	si	no	si	si
Extremos lat/med; remodelación												
Nuevo hueso	no	no valora	no	no	leve	no valora	leve	leve	si	no valo	si	si
Cortical articular navicular												
Nuevo hueso en superficie articular_ tejuelo	no	no valora	no	no	si	no valora	si	si	si	no valo	no valo	si
Nuevo hueso en superficie articular_ cuartilla	no	no valora	no	no	si	no valora	si	si	no	no valo	no	no
Cortical articular del tejuelo												
Nuevo hueso en superficie articular	no	no valora	no	no	si	no valora	si	si	si	no valo	si	si

Tabla IV. Sensibilidad de las técnicas de radiología y TAC para detectar signos de lesión navicular

	Signos importantes				Signos menos importantes			
	Dprox	LM	Pprox-Pdist	Total	Dprox	LM	Pprox-Pdist	Total
RX1	0	0	0	0	1	0	0	1
CT1	0	0	0	0	0	0	0	0
CT1, NB	0	1(*)	0	1	0	0	0	0
CT1, NB-DIJ	0	1(*)	0	1	0	0	0	0
RX2	2	1	2	5	4	0	0	4
CT2	4	4	5	13	4	5	1	10
CT2, NB	4	4	5	13	4	3	2	9
CT2, NB-DIJ	3	4	5	12	4	3	2	9
RX3	1	2	2	5	3	0	0	3
CT3	3	5	3	11	5	3	5	13
CT3, NB	3	4	2	9	5	2	2	9
CT3, NB-DIJ	2	3	3	8	5	1	2	8

(*) Se Consideraron ambiguos, por inadecuada angulación de la imagen radiográfica, sin ser confirmados por otras proyecciones.

Tabla V. Resultados diferentes en la valoración por TAC y R-X

	Difiere de CT	No valora	Duda (+)	Duda (-)	Total difieren	Total signos valorados	Difiere TAC
RX1	4(2)	11(2)	2	2	19(4)	55	35%
CT1, NB	0	0	0	0	0	55	
CT1, NB-DIJ	0	0	0	0	0	55	
RX2	17(6)	9(2)	7	2	35(8)	55	63%
CT2, NB	7	0	0	0	7	55	13%
CT2, NB-DIJ	3	0	3	0	6	55	11%
RX3	19(3)	8(2)	5	3	35(5)	55	63%
CT3, NB	7(3)	0	1	0	8(3)	55	15%
CT3, NBDIJ	3(2)	1	1	5	10(2)	55	18%
					120(22)	495	24%

Duda (+); confirmada por TAC. Duda (-); no confirmada por TAC.

Las diferencias apreciadas entre las interpretaciones obtenidas en el TAC y en el TAC con contrastes, se sitúan entre el 11% y el 18%.

DISCUSIÓN

El análisis de estos resultados nos permite, en función de las tablas publicadas por De Clercq, clasificar definitivamente a la muestra Extremidad 1, como libre de lesión navicular (menos de un signo importante indudable, y menos de 5 signos de menor importancia), y como positivas de lesión de navicular las extremidades 2 y 3.

Además nos permiten confirmar la diferente sensibilidad de la radiología convencional y la tomografía, en cuanto a la detección de signos de lesión navicular.

Por otro lado, apreciamos que no existe diferencia, y en todo caso a la baja, en cuanto a la diferente sensibilidad que proporciona la utilización de contrastes radiológicos en la NB y en la combinación de NB y DIJ.

Podemos resumir diciendo que según estos resultados:

- El estudio por TAC ha detectado más signos importantes y menos importantes que la radiología convencional.
- Las interpretaciones diferentes que ofrecen las exploraciones por rayos-x, llegan a afectar a más del 60% de las ofrecidas por el TAC.

En un estudio publicado por Widmer WR et al.³ en el 2000, en el que se realizó una comparación entre las imágenes obtenidas por TAC, Resonancia Magnética (RM) y radiología convencional, se obtienen conclusiones similares, aunque no se expresan de forma cuantitativa. Este estudio se realiza también sobre piezas anatómi-

cas procedentes de un caballo, en este caso con diagnóstico clínico previo de síndrome navicular.

Obtienen las imágenes con un TAC helicoidal, con cortes tomográficos transversales de menor espesor (0.6 mm, frente a 2 mm en nuestro caso), que ofrecen mejor definición, pero con reconstrucción multiplanar para los planos sagitales y dorsales. En nuestro trabajo hemos obtenido cortes sagitales y transversales directos.

Dicho trabajo, afirma en relación a la tomografía y los R-X, que aunque muchos de los cambios óseos fueron vistos en radiografías convencionales, son sin embargo, como en nuestro caso, mejor definidos en el examen por TAC.

Coincidiendo con Widmer WR et al., que señalan que las proyecciones radiológicas dorsoproximales (DPA.), minusvaloran el número y tamaño de las fosas sinoviales. Nosotros también hemos encontrado estas diferencias a favor de los cortes dorsales del TAC.

Igualmente coincidimos en que los cortes sagitales, en relación con las L/M, permiten definir perfectamente la cortical flexora, detectando esclerosis subcortical, existencia de líneas de refuerzo y espesores irregulares, lo que no hace la radiografía. Además, las dificultades de angulación oportuna, para la obtención de proyecciones radiológicas Pprox-Pdist.-Oblícuas, que pueden hacer sobrestimar el espesor cortical y la existencia de esclerosis medular, quedan obviadas con los cortes transversales del TAC, que permite medir con exactitud el espesor cortical, y determinar la existencia de esclerosis medular.

Widmer et al., afirman que la RM es indispensable para reconocer cambios en los tejidos blandos del complejo navicular. Pero el uso de contrastes radiológicos en combinación con la tomografía, podría definir también irregularidades en la superficie y espesor del fibrocartilago de la superficie flexora del hueso navicular, del tendón del músculo flexor digital profundo a su paso por dicha superficie, o lesiones en el ligamento impar distal que abran comunicaciones entre la NB y la DIJ.

CONCLUSIONES

En este trabajo hemos podido confirmar la mayor sensibilidad del TAC con relación a la radiología convencional para el diagnóstico de las lesiones del síndrome navicular del caballo.

La introducción de contrastes radiológicos, no ofrece grandes ventajas, incluso puede llegar a enmascarar la observación de algunas lesiones, aunque puede aportar otra información adicional importante para la valoración de tejidos blandos del aparato navicular.

Creemos necesaria la exploración de un número mayor de extremidades, y con diagnóstico presuntivo dudoso de patología de navicular, para definir mejor la sensibilidad del TAC para el diagnóstico precoz de las lesiones.

Además sería de gran interés conocer la edad de los caballos para valorar si se trata de procesos degenerativos naturales de los individuos maduros, o de la aparición temprana de lesiones en individuos jóvenes, y por tanto definir las como síndrome navicular.

BIBLIOGRAFIA

1. Ross MW, Dyson SJ. Diagnosis and management of the lameness in the horse, St.Louis: W.B. Saunders company; 2003. pp 100-113.
2. Ross MW, Dyson SJ. Diagnosis and management of the lameness in the horse, St. Louis: W.B. Saunders company; 2003. pp 286-298.
3. Widmer WR, Buckwalter KA, Fessler JF, Hill MA, VanSickle DC, Ivancevich S. Use of radiography, computed tomography and magnetic resonance imaging for evaluation of navicular syndrome in the horse. *Vet Radiol Ultrasound* 2000 Mar-Apr;41(2):108-16.
4. Schramme MC, Boswell JC, Hamhoughias K, Toulson K, Viitanen M. An in vitro study to compare 5 different techniques for injection of the navicular bursa in the horse. *Equine Vet J* 2000 May; 32 (3): 263-267.
5. Gandini M. Comparison of three dorsal techniques for arthrocentesis of the distal interphalangeal joint in horses. *J Am Vet Med Assoc* 2007;231:254-258.
6. De Clercq T, Verschooten F, Ysebaert M. A comparison of the palmaroproximal-palmarodistal view of the isolated navicular bone to other views. *Vet Radiol Ultrasound* 2000 Nov-Dec;41(6):525-33.