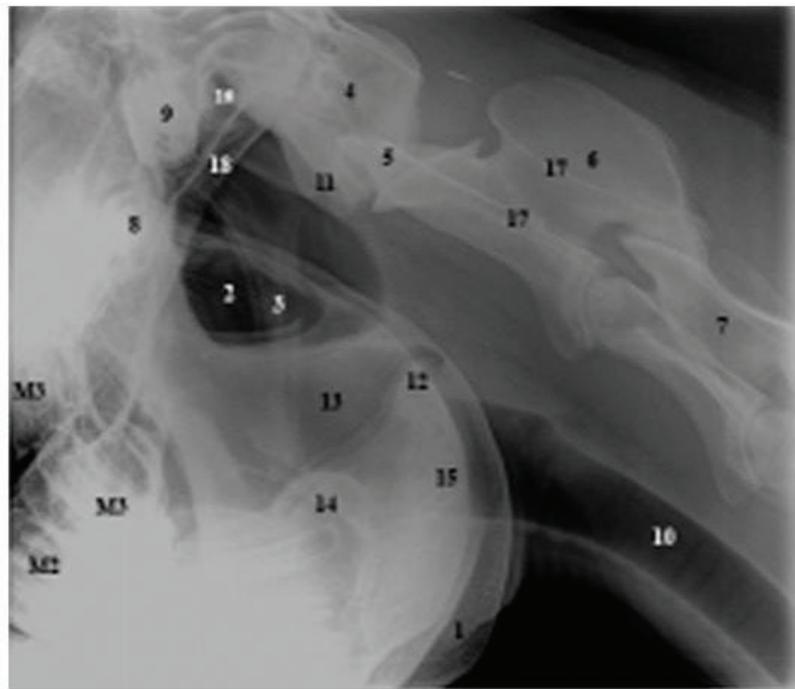
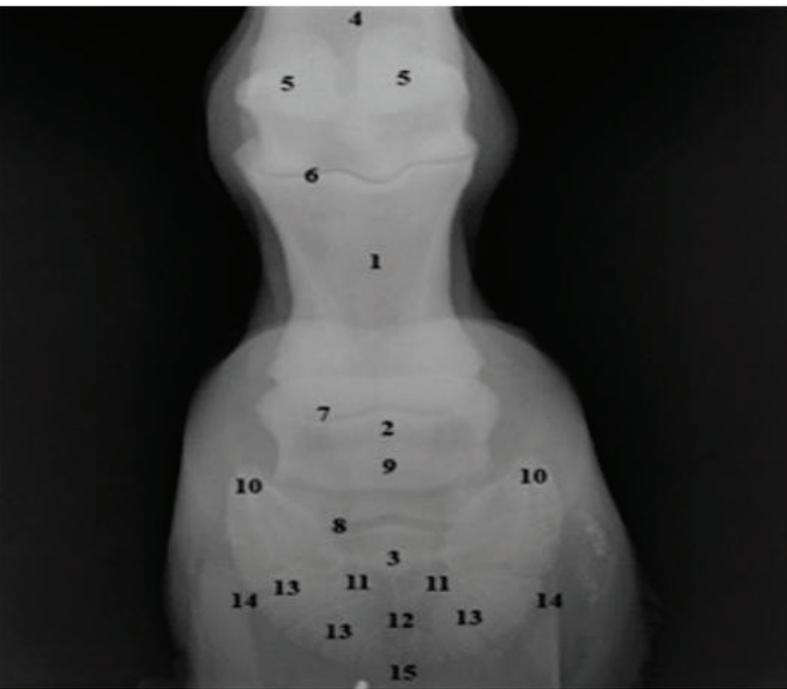
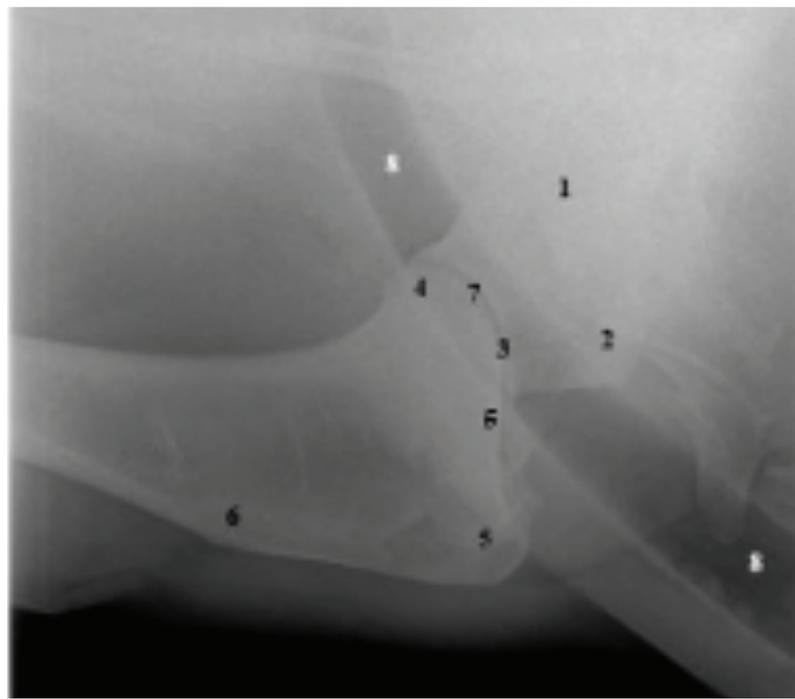


MANUAL DE INTRODUCCIÓN A LA

RADIOLOGÍA EQUINA

PRIMERA EDICIÓN



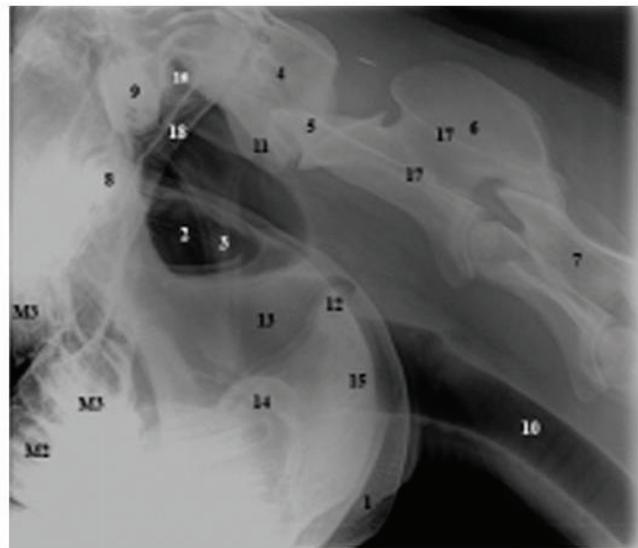
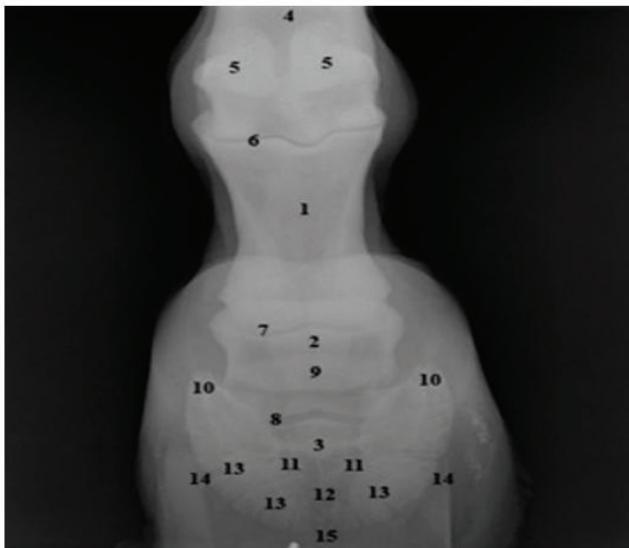
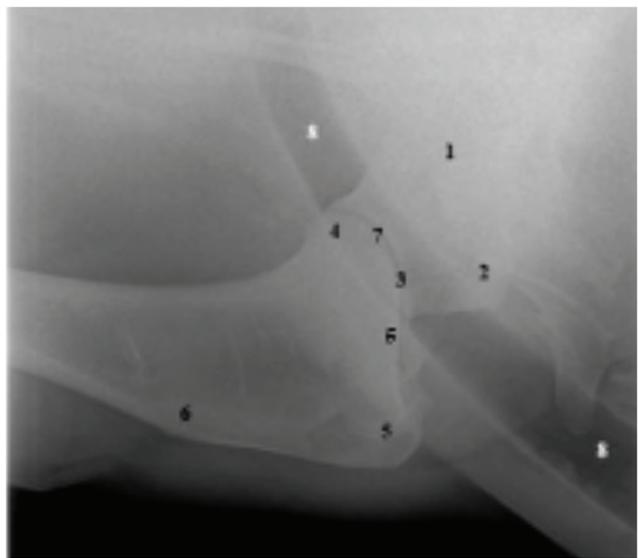
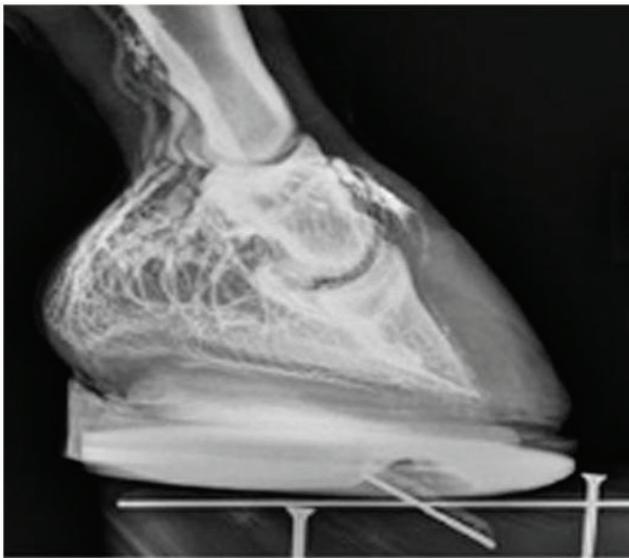
J. ESTRADA McDERMOTT & M. ESTRADA UMAÑA

UNA
UNIVERSIDAD
NACIONAL
COSTA RICA

MANUAL DE INTRODUCCIÓN A LA

RADIOLOGÍA EQUINA

PRIMERA EDICIÓN



J. ESTRADA McDERMOTT & M. ESTRADA UMAÑA

UNA
UNIVERSIDAD
NACIONAL
COSTA RICA

“A veces es la imperfección de las cosas lo que las hace perfectas”

Confucio

Prefacio

Este texto fue escrito por los autores entre los años 2013 y 2014 como un capítulo del libro denominado “Fundamentos de Cirugía en Especies Mayores” que la Cátedra de Cirugía de Especies Mayores, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional, Costa Rica, tiene en proceso para impresión, pero debido a un serio accidente ocurrido al coautor M. Estrada con un caballo durante la toma de una radiografía, no fue posible terminar dicho libro todavía.

Debido a la pandemia Covid19 tuvimos que pasar todos los cursos de la carrera de Medicina Veterinaria a formato virtual (“presencialidad remota”) y para efectos de facilitar el aprendizaje de algunos fundamentos de utilidad en “Radiología de Especies Mayores” se decidió imprimir el capítulo mencionado en forma de manual, incluyendo una lista de consejos prácticos que pretenden mejorar la calidad y la interpretación de la imagen obtenida.

Aunque esta obra se escribió de urgencia para suplir necesidades de los estudiantes del “Internado Rotatorio de Especies Mayores” 2020, creemos que será también de gran utilidad para los alumnos de otros cursos ofrecidos por nuestra escuela en «Anatomía», «Propedéutica Clínica de Especies Mayores», «Propedéutica Quirúrgica e Imágenes Médicas», «Medicina Interna de Especies Mayores» y «Cirugía de Especies Mayores», así como para cualquier Médico Veterinario, estudiantes de otras escuelas de Medicina Veterinaria o profesionales interesados.

Eventualmente, esta publicación (versión “Acceso Libre en Internet”) puede contribuir también a suplir a nivel iberoamericano, las mismas necesidades docentes que las existentes aquí y ese es un beneficio secundario, con proyección social internacional de nuestra querida escuela, que favorece a estudiantes de diferentes países hispanoparlantes sin biblioteca disponible ni dinero para pagar los costosos libros de texto escritos en otros idiomas.

A pesar de que el coautor J. Estrada McDermott no está laborando actualmente con la Escuela de Medicina Veterinaria, UNA-CR pues se encuentra terminando estudios de postgrado en Colorado State University (USA), accedió a colaborar en la finalización de este trabajo.

Las sugerencias positivas de los expertos son siempre bienvenidas para mejorar este manual.

Heredia, 2 de Agosto del 2020

Los autores,

J. Estrada McDermott (jmevet@colostate.edu)

M. Estrada Umaña (juan.estrada.umana@una.cr)

Agradecimientos

A Dios

A todos nuestros queridos familiares

A los Profesores Col. J. Hickman, H.D, Williamson y S. Dyson (Cambridge & Newmarket, UK) por su aporte hace muchos años en la formación de uno de los autores (M. Estrada)

Al Doctor Ric Redden (Kentucky, USA) por su amistad, importantes consejos respecto al manejo del dígito equino y sugerencia de que escribiéramos este manual para Latinoamérica

Al Dr.med.vet. Roberto Estrada McDermott, DECVS, (roberto.estrada.mcdermott@una.cr) del Hospital Equino, Universidad Nacional, Costa Rica, por sus invaluable sugerencias cuando estábamos iniciando este trabajo

Al Agrónomo don José Alberto Vargas Arrieta (jose.vargas.arrieta@una.cr), del Hospital Equino, Universidad Nacional, Costa Rica, por ayudarnos en el manejo y posicionamiento de los caballos usados como modelo, lo que fue indispensable para la toma correcta de las radiografías aquí mostradas

Al Diseñador Gráfico e Ilustrador don Jorge Andrés Estrada McDermott (jaemdesigner@gmail.com) por su paciencia tratando de transformar nuestras ideas en todos los dibujos y esquemas que ilustran este manual

A los estudiantes de Internado Rotatorio 2023 y 2014 quienes participaron en este esfuerzo

A la estudiante Valeria Zamora (2020) por su importante contribución en las “Referencias”

A todos los caballos que se sometieron involuntariamente a la radiación de estas tomas



Los coautores, Juan Estrada McDermott y Manuel Estrada Umaña junto con el Dr. Ric Redden durante uno de sus cursos impartidos en Costa Rica, Portón del Tajo, en el mes de Abril del 2012 y a quien agradecemos habernos motivado a escribir este manual en Español para Iberoamérica

Contenido

SECCIÓN I - GENERALIDADES.....	15
Introducción	17
Nomenclatura de las incidencias radiográficas según ACVR.....	17
Información complementaria	19
Objetivo de este manual.....	19
Áreas fuera del objetivo de este manual	20
Problemas de la Radiografía en Grandes Especies	20
Tamaño del paciente	20
Generalidades sobre las radiografías	21
A quien pertenecen las radiografías	21
Inmovilización del paciente	22
Técnicas de sedación.....	23
Exposición a la radiación.....	23
Prevención de los efectos causados por la radiación	23
Correlación de hallazgos radiográficos, clínicos y laboratoriales.....	24
Preparación del paciente	24
Densidad tisular y gradiente de penetración de los rayos X	25

Cómo posicionar correctamente al paciente	26
Como mejorar la calidad de la imagen	26
Reglas y consejos para mejorar la calidad de la imagen.....	26

SECCIÓN II - AREAS ANATÓMICAS RADIOGRAFIADAS27

Cabeza.....	29
Cavidad nasal apical y cavidad oral.....	31
Senos paranasales.....	32
Cuello	33
Bolsa gutural e inicio de cuello.....	35
Vértebras cervicales (2 a 5).....	36
Espalda.....	37
Procesos espinosos vertebrales toracales (1 a 16) incluyendo “cruz” (3 a 5).....	39
Procesos espinosos vertebrales en la zona toracolumbar.....	40
Extremidad anterior (“mano”).....	41
Hombro	43
Codo L.M.....	44
Codo A.P.....	45
Carpo L.M. en extensión.....	46
Carpo L.M. en flexión.....	47
Carpo A.P. en extensión	48
Carpo en incidencia dorsoventral (dorsoproximal-dorsodistal o “Skyline view”).....	49

Metacarpo o metatarso (“caña”)	50
Articulación del menudillo (metacarpo o metatarso falange).....	51
Menudillo en incidencia L.M.....	52
Menudillo en incidencia A.P.....	53
Dígito	55
Dígito L.M. en extensión	57
Dígito A.P. en extensión.....	58
Dígito A.P. en flexión leve apoyado sobre “Bloque de Hickman”	59
Dígito incidencia dorso-volar	60
Extremidad posterior (“Pata”)	61
Tarso L.M. en extensión.....	63
Tarso A.P. en extensión.....	64
Articulación femorotibiopatelar (Rodilla) L.M. en extensión	65
Articulación femorotibiopatelar (Rodilla) P.A. en extensión.....	66
SECCIÓN III - TÉCNICAS ESPECIALES.....	67
Introducción	69
Venograma	69
Fistulograma	75

SECCIÓN IV - INTERPRETACIÓN DE LA RADIOGRAFÍA OBTENIDA77

Introducción79

Examen de la radiografía obtenida79

Signos radiográficos de enfermedad ósea80

Signos radiográficos de enfermedad articular81

SECCIÓN V - OTROS83

Glosario85

Referencias89

Tabla 193

Tabla 294

SECCIÓN I - GENERALIDADES



Radiología Equina

Juan Estrada McDermott & Manuel Estrada Umaña

Introducción

La toma de radiografías, junto con otras técnicas de Imágenes Médicas como la ultrasonografía, son procedimientos rutinarios muy útiles para llegar al diagnóstico de lesiones en el sistema osteomuscular y otras estructuras blandas del caballo (Ejs. Problemas de esófago, dentistería o abscesos pulmonares) pero se deben usar como un complemento al examen clínico, bloqueos nerviosos regionales y otras ayudas como laboratorio.

Para que las radiografías obtenidas tengan valor diagnóstico, aparte de conocer el equipo usado, es de fundamental importancia saber “al detalle” la anatomía del sitio examinado, pues la radiografía obtenida es una **“imagen bidimensional de una estructura tridimensional”** y las imágenes de estructuras superpuestas atravesadas en línea recta por los rayos X deben ser interpretadas adecuadamente para llegar a conclusiones válidas.

Las radiografías presentadas a continuación fueron tomadas en su mayoría usando las incidencias con el haz de rayos X apuntando la estructura anatómica por examinar con dirección Antero-Posterior (AP), Latero-Medial (LM), Medio-Lateral (ML) u Oblicua (O), con el paciente equino de pie y las articulaciones en extensión. Algunas tomas fueron hechas con articulaciones en flexión (Ej. Carpo LM o carpo “sky view”), en extensión hacia craneal para el hombro o en otras posiciones específicas descritas adelante.

El “casette” fue posicionado en forma perpendicular (ángulo de 90°) respecto al haz de rayos X en la mayoría de las tomas. Ver en las Figuras la adecuación a la nomenclatura de la ACVR.

El sitio donde el puntero laser pega su haz de luz roja es representada en el caballo modelo como un punto rojo y su posición anatómica varía según la estructura por examinar. Según sea la incidencia del haz de rayos X, dichas estructuras superpuestas además van a ser atravesadas en diferentes ángulos, lo que puede complicar la interpretación de la imagen si no conocemos la anatomía regional.

En la práctica profesional algunas de estas incidencias se pueden hacer en ángulos oblicuos respecto a las antes indicadas, esto para satisfacer necesidades diagnósticas específicas del Médico Veterinario tratante del caso clínico.

Nomenclatura de las incidencias radiográficas según el ACVR

Como el nombre de las incidencias o proyecciones radiográficas usadas en las extremidades equinas puede ser confuso, el Comité de Nomenclatura del American College of Veterinary Radiology (ACVR) propuso un sistema (Smallwood et al, 1985; Richard et al, 2007).

Este sistema está basado en dos reglas simples:

- Las proyecciones radiográficas deben denominarse usando los adecuados **términos direccionales anatómicos veterinarios** o sus abreviaciones (**importante ver Tabla 2**)
- Dicha proyección describe **la dirección en la cual el haz central de los rayos X penetra el área por evaluar, desde el punto de entrada hasta el punto de salida (Estudiar Fig. 1).**

Otras recomendaciones se incluyen en los artículos citados arriba para estandarizar la nomenclatura respecto a: 1) Combinación de términos, 2) Ángulos de oblicuidad, 3) Posiciones del cuerpo y 4) Orientación del rayo central relativo al espacio.

Respecto al uso de abreviaciones para estos nombres, se toma como ejemplo un corte transversal de la extremidad anterior (mano) derecha (Fig. 1), donde tenemos incidencias: 1) Lateromedial (LM), 2) Dorsopalmar (DPa) - antiguamente Anteroposterior (AP), 3) Dorsolateral-palmaromedial oblicua (DL-PaMO), 4) Dorsomedial-palmarolateral oblicua (DM-PaLO) - ver ejemplos de estos nombres en las figuras 15, 15a, 17a, 20, 21 y 25 de este texto. Cuando aplica, se trataron de adecuar a la nomenclatura de la ACVR todas las radiografías mostradas en este manual.

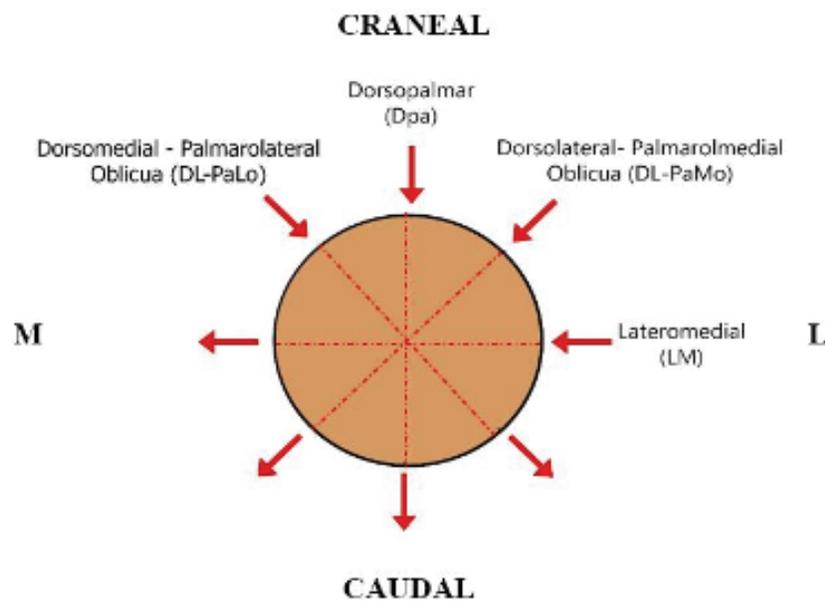


Fig. 1 - Esquema (idea modificada de Park RD et al, 2002) muestra un corte transversal en la extremidad anterior (mano) derecha a nivel del carpo de un caballo, enseñando ejemplo de la nomenclatura dada por la ACVR para denominar las incidencias radiográficas (sinónimo: tomas o proyecciones). El nombre cambia si hacemos la toma en la mano opuesta y/o a una extremidad posterior (pata) donde se usa el término "plantar" en vez de "palmar". En color rojo se representa la dirección del puntero laser y los rayos X desde el equipo hasta el paciente y continúa con el recorrido del haz de rayos X - línea segmentada de entrada y salida-

Además, en algunos casos se puede incluir un número dentro de la abreviación (ver Tabla 2) y este indica el ángulo o grado (°) de oblicuidad con que la radiografía fue tomada, Ejemplo: Dorsolateral-palmaromedial oblicua (DL55-PaMO) => imagen tomada con ángulo de 55° respecto al eje principal de la extremidad (mano o pata). En otros casos este número puede ser el ángulo respecto al suelo como en figuras 19 y 21 de este manual.

Para estudiar otras incidencias con diversas angulaciones y la nomenclatura propuesta para las mismas, se recomienda leer a Smallwood et al (1985); Park RD (2002), Dik & Gunsser (2002), Butler JA et al (2003); Richard et al (2007) y Barrett M & Acutt E (2020) - ver “Referencias”, pues la cantidad de posiciones estandarizadas y publicadas en la literatura excede las metas de este manual.

Información complementaria

La mayoría de las tomas radiográficas mostradas en este manual fueron efectuadas usando un equipo portátil de 40-100 kV y rango variable de 16-35mA (Mod. PXP-40HF fabricado por United Radiology System, Inc., U.S.A.). Las imágenes fueron procesadas por una plataforma digitalizadora (Mod. iCR3600 fabricada por iCRco, Inc., USA).

Aparte de ayudarnos a detectar lesiones traumáticas y degenerativas, estos procedimientos radiográficos son de gran importancia durante los “**Exámenes Pre-compra**” de ejemplares (“Exámenes por cuenta del comprador”). Se adjuntan direcciones electrónicas de la American Association of Equine Practitioners (AAEP): <https://aaep.org/guidelines/reporting-purchase-examinations> y de la British Equine Veterinary Association (BEVA): <https://www.beva.org.uk/Guidance-and-Resources/Imaging>, para más información al respecto.

Al final de esta obra, adjuntamos: “**Tabla 1**” donde el fabricante del equipo citado antes recomienda diferentes técnicas y potencias para la especie equina, hechas a una distancia de 66 cm (26 pulgadas). Dichos valores se ajustaron a lo largo del tiempo, basados en nuestra experiencia personal de acuerdo al tamaño y a la especie del paciente - cuando no fueron equinos los examinados y “**Tabla 2**” con importantes consejos para entender la nomenclatura de las incidencias radiográficas propuesta por la ACVR.

También se incluye un “**Glosario**” con algunos de los términos más usados en Radiología Equina.

Si bien este manual está enfocado en la especie equina, podemos afirmar que los principios básicos aquí discutidos se pueden aplicar a cualquier otro animal de Grandes Especies.

Objetivos de este manual

Incluyen:

- Repasar anatomía radiológica
- Mostrar correcto posicionamiento de paciente y equipo
- Transmitir los conocimientos mínimos para que mejore la calidad diagnóstica de la imagen
- Controlar al personal y pacientes de la exposición a radiaciones
- Algunos principios básicos para interpretación de la imagen

Existen áreas de la Radiología que por razones de espacio están fuera del objetivo de este manual y que han sido ampliamente descritos en otras publicaciones. Se recomienda ver las lecturas recomendadas en la bibliografía, las que ofrecen amplia información sobre esos temas.

Áreas fuera del objetivo de este manual incluyen:

- La producción de los rayos X (Ej. tubo, etc.)
- El rayo de rayos X
- La máquina de rayos X (incluyendo diferentes modelos y potencias)
- Producción de la imagen. Cuarto oscuro. Revelado manual, automático y digital
- Los peligros de la radiación y la protección del personal (se mencionan brevemente)
- Mayoría de técnicas con medio de contraste, pues se mencionan solamente “Venograma del Dígito Equino” y “Fistulografía”.
- Otras técnicas misceláneas donde se involucran los rayos X y que están descritas profusamente en la literatura

Problemas de la Radiografía en Grandes Especies

Cuando trabajamos con animales grandes como equinos y bovinos debemos tomar en cuenta los siguientes problemas:

- El grosor del tejido a penetrar por los rayos X implica mayores niveles de radiación
- La inmovilización del paciente es importante para seguridad del personal y calidad de la imagen
- Los riesgos adicionales por radiación para los asistentes que sostienen el animal y el “casette” (digital o con la película de rayos X en radiografía convencional)

Tamaño del paciente

En la especie equina existe gran variedad de tamaños, pesos y temperamentos (Ej. Existen marcadas diferencias entre un caballo miniatura raza Fallabella, un Percherón y un Pura Sangre Inglés)

Los potros jóvenes, ponies y caballos miniatura corresponden en tamaño con algunas razas de perros por lo que, dependiendo del temperamento del paciente pueden ser posicionados y radiografiados similarmente.

La radiografía de caballos o bovinos adultos implica la penetración por los rayos X de áreas tisulares muchos más densas que en los casos anteriores lo que implica aumentar el Kilovoltaje (Fig 1a) y en caso de máquinas portátiles muy pequeñas aumentar el tiempo de exposición, lo que conlleva el riesgo de que el paciente se mueva y la placa salga “corrida” por lo que debe ser repetida para tener valor diagnóstico, aumentando también el riesgo de sobreexposición para el personal.



Fig 1a - Dibujo que muestra en una forma aproximada las partes del cuerpo que pueden ser penetradas por los rayos X en un caballo de unos 500 Kg de peso con los diferentes equipos radiográficos disponibles. Es necesario ajustar la técnica de acuerdo al tamaño del paciente

En equinos muy bravos o nerviosos es indispensable inmovilizar adecuadamente al paciente con la ayuda de fármacos para que las placas salgan con la nitidez diagnóstica requerida, por lo que se sugiere tener a mano las drogas necesarias y estar familiarizado con su uso (ver adelante “Técnicas de sedación”).

Por lo tanto, podemos afirmar que la calidad de la radiografía está determinada por la potencia del aparato disponible, la escogencia de la técnica correcta y por la adecuada inmovilización del paciente.

Generalidades sobre las radiografías

Cuando el cliente nos insiste que no debemos tomar una radiografía determinada porque otro colega ya tomó la misma incidencia hace algún tiempo debemos recordarle que las radiografías son una “foto del instante en que fueron tomadas”. Las placas son una “imagen estática de un proceso dinámico” y frecuentemente debemos tomar radiografías seriadas con intervalos determinados para seguir la evolución de un proceso patológico o los resultados de un tratamiento.

En el caso del hueso debemos recordar que es un tejido que sufre remodelación continuamente y las radiografías deben ser interpretadas tomando en cuenta ese hecho.

Masas y otras patologías en tejidos blandos pueden crecer o disminuir con el paso del tiempo o por la acción de la terapia que el paciente recibe.

En todos los casos es importante hacer una serie de radiografías comparativas para seguir la evolución de la lesión (Ej. tomar placas con 1-2 meses de intervalo).

Por razones éticas y legales es obligatorio identificar correctamente las placas radiográficas al menos con el nombre del propietario, paciente y veterinario responsable, fecha e incidencia usada. Con el advenimiento de la radiografía digital toda esta información viene implícita con la imagen obtenida.

Respecto a quien pertenecen las radiografías, encontramos dos escuelas de pensamiento:

1. Dice que las imágenes son propiedad del clínico u hospital que las toma y le damos solamente el reporte con la interpretación de la radiografía al cliente
2. La otra (a la que nos adherimos) dice que las imágenes radiográficas pertenecen al cliente y se las puede llevar (o enviar digitalmente) cuando quiera, junto con el reporte

En ambos casos es nuestra obligación ética y legal archivarlas correctamente y no extravíarlas. Las radiografías digitales obviamente se pueden archivar y compartir con mayor facilidad.

Con el uso de los expedientes digitales podremos tener mayor seguridad al respecto pues se le puede enviar una copia al cliente por internet y guardamos las necesarias en nuestra computadora o respaldo digital del caso.

Respecto a las radiografías digitales estas también tienen la conveniencia de que se pueden enviar a cualquier lugar y casi en tiempo real, lo que permite consultar la imagen obtenida por una segunda opinión con un colega situado al otro lado del mundo.

Inmovilización del paciente

Al respecto es importante recordar que:

- El entrenador o manejador de costumbre generalmente calma al animal
- Hablar, acariciar, silbar, ofrecer un poco de pasto, etc. Ayudan a tranquilizar el animal si este extraña el ambiente o si el equipo de rayos X hace algún ruido al dispararse, pero cabe mencionar los equipos modernos son bastante silenciosos
- Los taponos de algodón en las orejas o la música suave podrían calmar algunos de nuestros pacientes pero no se usan rutinariamente, al menos en CR
- El uso de “tapaojos” (“blinkers” en idioma Inglés) con algunos caballos nerviosos como son los Pura Sangre de Carrera (Thoroughbred) podría ayudar a disminuir su reacción ante movimientos o ruidos que ocurren alrededor
- Otras técnicas incluyen Anestesia por Derivación (Ejs. Uso del “axial” o alzarle una mano al caballo), Sedativos y Anestesia General - usada principalmente en tomas intraoperatorias (Ej. durante reparación de fracturas o Fluoroscopia)

Técnicas de sedación recomendadas para la toma de la radiografía

Podemos usar algunas de las técnicas mencionadas abajo:

1. Xilacina sola a dosis completa i.v. de 1,1 mg/kilo de peso vivo, pero tiene un efecto muy corto (aprox.15 minutos)
2. La combinación intravenosa de Xilacina (0.5 a 1 mg/kg de peso vivo) y Butorfanol (0.02 a 0.05 mg/kg) es bastante satisfactoria y dura también unos 15-20 minutos, pero el efecto sedativo es más profundo. La sedación con el Alfa2 agonista (Xilacina) debe preceder la administración del opioide (Butorfanol) según Doherty & Valverde (2006)
3. Una opción muy eficiente como sedativo, pero difícil de conseguir en Costa Rica y con precio mucho más elevado, es el uso de una mezcla de Detomidina (0.005-0.01 mg/kg, IV) más Butorfanol (0.02 a 0.05 mg/kg) - Doherty & Valverde (2006). Su efecto es más profundo y puede llegar hasta 30-40 minutos. Recordar que la detomidina es un Alfa2 agonista
4. En el caso de sedación a burros y mulas nuestra experiencia sugiere un aumento de un 50% respecto a las dosis indicadas arriba
5. El Dr. Ric Redden, en su curso “Radiology of the Equine Digit”, impartido en Versailles, Kentucky, 1-3 Junio 2007, recomendó el uso de una pequeña dosis intravenosa de Dormosedán^R (Detomidine Hydrochloride) sola para sedación (0.25- 0.3cc) y en nuestra experiencia funciona bastante bien para procedimientos cortos
6. Para explicación más completa sobre inmovilización química del caballo en posición de pie (parado o en estación) se recomienda leer a Doherty & Valverde (2006), J.A.E. Hubbell (2009) y a Guedes A. (2013) - citados adelante en “Referencias”.

Exposición a la radiación

Debemos tener mucho cuidado al respecto, pues debido al mayor tamaño y densidad tisular de los pacientes de Especies Mayores que evaluamos necesitamos usar factores de exposición de rayos X mayores a los usados en perros o gatos, por lo que existe un mayor riesgo de exponer al asistente a los peligros de la radiación. El uso del dosímetro es obligatorio.

Prevención de efectos causados por la radiación:

- Aunque se sale de nuestros objetivos, es importante recalcar al menos algunos de los puntos siguientes
- En Costa Rica existe una estricta legislación y reglamentos para el uso de estos equipos y el Ministerio de Salud fiscaliza la aplicación de los protocolos correctos. Tenemos una normativa similar en la mayoría de los países desarrollados

- El equipo debe ser el apropiado, revisado regularmente y recibir el mantenimiento adecuado. El uso del colimador es importante
- Los delantales de plomo deben cubrir los órganos genitales del operador y tener protector para tiroides. El uso de guantes de plomo para sostener el “casette” es también mandatorio
- Minimizar la cantidad de personal y no se permite la presencia de mujeres embarazadas (clientes o personal) en el momento de la toma de la radiografía
- En pacientes grandes se usan sistemas de “porta cassettes” para mantener al operador lo más alejado posible del foco de los rayos X
- Siempre deberíamos hacer la “cantidad mínima de tomas necesarias” para llegar a un diagnóstico y recordar que el uso del dosímetro es obligatorio por todos los miembros del personal que rutinariamente están involucrados en estos procedimientos

Correlación de hallazgos radiográficos, clínicos y laboratoriales

Modernamente el diagnóstico de casi cualquier entidad clínica es un trabajo multidisciplinario que involucra anamnesis, examen clínico, analgesia diagnóstica (“bloqueos”), determinaciones de laboratorio clínico, radiografía, ultrasonido y otras técnicas de imágenes médicas (MRI, TAC, Fluoroscopia, etc) cuando están disponibles.

No debemos hacer un examen radiográfico solamente “para confirmar” nuestros hallazgos clínicos, pues a veces los hallazgos clínicos no coinciden con los radiológicos (Ej. frecuentemente encontramos osteofitos que no producen dolor y claudicación) y en algunas ocasiones puede ser necesario hacer múltiples tomas (incidencias) antes de que un examen radiográfico se pueda considerar “completo”, pero en estos casos debemos tener mucho cuidado con la sobre-exposición del personal a la radiación.

Preparación del paciente

En Especies Mayores la preparación del paciente es indispensable previo a la toma de la radiografía e implica varios procedimientos pues debemos:

- Bañar al caballo o al menos cepillar el área a evaluar - quita sustancias o cuerpos extraños tales como barro, boñiga, arena, etc. que producen “artefactos” los cuales enmascaran o confunden el diagnóstico
- Eliminar ungüentos radiopacos. Ej. Sustancias yodadas
- Para radiografías de casco, si es posible, debemos remover la herradura y clavos de la extremidad examinada
- Limpiar ranilla (“frog”), surcos de la ranilla y suela del casco
- Idealmente recortar y limpiar el casco que vamos a radiografiar
- Empacar la suela con “plasticina” para eliminar artefactos por aire es buena idea pero no se usa rutinariamente
- Depilar el área a examinar en algunos casos puede ser importante, aunque dependiendo de la raza y actividad en que participa el caballo esto puede ser un motivo de conflicto con el propietario. Sugerencia: pedir autorización primero antes de depilar

“Densidad tisular” y “Gradiente de Penetración” de los Rayos X

La base del diagnóstico radiológico es la “Gradiente de Penetración de los Rayos X” la cual ocurre debido a las “diferentes densidades de los tejidos” (Fig. 2). Así los rayos X producen imágenes con diferentes tonos de color (variedades de blanco a negro), dependiendo de la cantidad de rayos X que lleguen hasta el cassette luego de atravesar los tejidos irradiados.

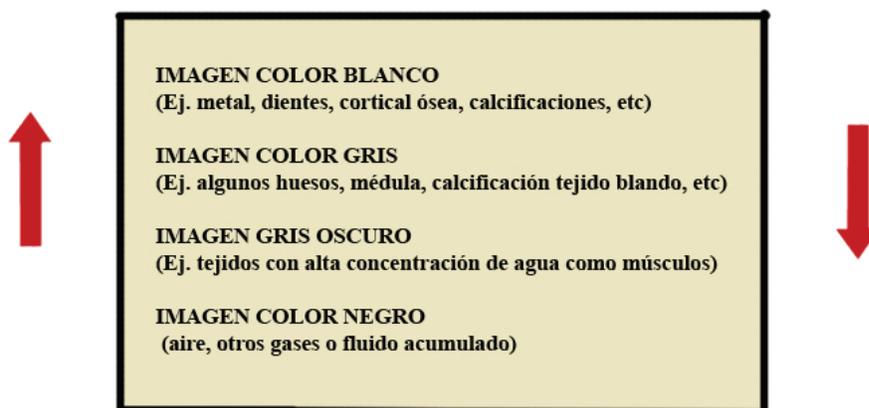
En el rango de posibilidades tenemos:

- Desde el caso cuando la radiación no penetra el objeto o tejido y entonces se genera una imagen color BLANCO (Radiodensidad o Radiopacidad)
- Todos los tonos intermedios de gris
- Hasta el caso cuando la radiación atraviesa todo el objeto o tejido y se produce así una imagen color NEGRO (Radiotransparencia o Radiolucencia)

Podemos resumir la “Gradiente de Penetración” de la siguiente manera:

“NINGUNA RADIACIÓN PENETRA OBJETO O TEJIDO”

ESTRUCTURAS RADIOPACAS O RADIODENSAS



ESTRUCTURAS RADIOLUCENTES O RADIOTRANSSPARENTES

“TODA LA RADIACIÓN ATRAVIESA OBJETO O TEJIDO”

Fig 2 - Muestra la “Gradiente de penetración” de los rayos X debido a las diferentes densidades tisulares del paciente examinado, donde la grasa y el cartilago son más radiopacos que un gas pero más radiolucientes que un tejido duro como el hueso o el esmalte dental

Cómo posicionar correctamente al paciente

A través de las fotografías incluidas en este manual haremos énfasis en el correcto posicionamiento del paciente, lo cual es de suma importancia para obtener una imagen de calidad diagnóstica y por razones de seguridad respecto al operador.

Para lograr estos objetivos es necesario conocer un poco de Etología Equina además de las técnicas adecuadas de sujeción e inmovilización del animal examinado.

Además, debemos ser plenamente conocedores de la Anatomía regional para saber qué estamos evaluando y de los protocolos para la protección del operador vs las radiaciones.

Cómo mejorar la calidad de la imagen

Los contenidos de la Tabla 1 (adjunta al final y recomendada por el fabricante del equipo descrito en la página 18 y usado en mayoría de estas tomas) se sugieren como una referencia para implementar nuestras técnicas radiográficas cuando se está aprendiendo a manejar este equipo en particular, pero se pueden usar como una guía general que aplica a otros modelos y marcas.

La experiencia, el tiempo, más la “prueba y error” determinarán que le saquemos el máximo de provecho a nuestro equipo.

Recuerde que la radiografía ideal, con la adecuada densidad y resolución de imagen, depende de muchos factores.

Aplique las siguientes **reglas y consejos** cuando sea necesario:

1. Sume o reste 2kVp por cada aumento o disminución del grosor en la sección anatómica examinada
2. Si la imagen queda muy NEGRA entonces DISMINUYA el mA al siguiente punto más bajo del control (perilla o teclado digital)
3. Si la imagen queda muy BLANCA entonces AUMENTE el mA al siguiente punto más alto del control (perilla o teclado digital).

SECCIÓN II - ÁREAS ANATÓMICAS RADIOGRAFIADAS

NOTAS:

En esta obra hacemos una combinación de fotografía y dibujos regionales para señalar la posición del "casette", el "punto de incidencia de los rayos X" (indicado con **punto rojo** en el dibujo del caballo modelo) y "dirección" de los rayos X respecto al paciente (indicada con **flecha roja** en el dibujo) o respecto al suelo.

Además, se ofrecen fotografías de especímenes óseos y sus correspondientes imágenes radiográficas identificadas con la misma numeración para señalar estructuras anatómicas de importancia clínica.

Algunas de estas tomas se pueden hacer sosteniendo el "casette" con la ayuda de un "porta-casette" para disminuir la exposición del asistente a la radiación.

Se indican a continuación algunas de las áreas anatómicas examinadas radiográficamente con mayor frecuencia en la práctica clínica y la posición del asistente respecto al caballo para efecto demostrativo solamente.

Estas áreas incluyen **cabeza**, **cuello**, **espalda**, **extremidad anterior** ("mano"), **dígito** como una sección aparte y **extremidad posterior** ("pata") en caballos adultos.

CABEZA



Cavidad nasal apical y cavidad oral

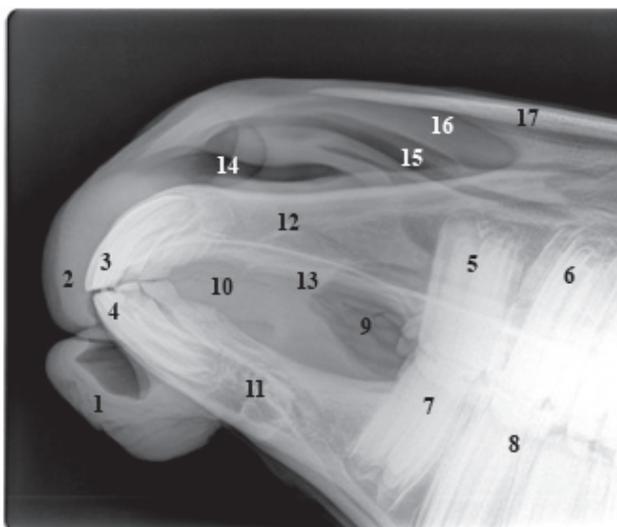
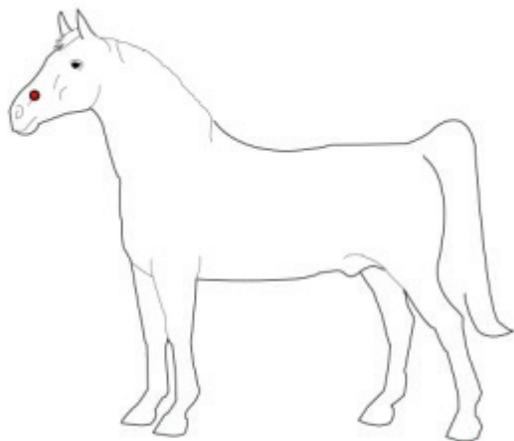


Fig 3 - Radiografía con incidencia lateromedial (LM) izquierda - Left-to-Right-Lateral (Le-Rtl) - que muestra la cavidad nasal apical y la cavidad oral en el equino. Donde 1) Labio inferior, 2) Labio superior, 3) Incisivo maxilar, 4) Incisivo mandibular, 5) Premolar maxilar II, 6) Premolar maxilar III, 7) Premolar mandibular II, 8) Premolar mandibular III, 9) Lengua 10) Cavidad oral 11) Rama mandibular, 12) Hueso incisivo maxilar, 13) Rugosidad del paladar duro, 14) Meato ventral, 15) Meato medio, 16) Meato dorsal, 17) Proceso nasal

Senos paranasales

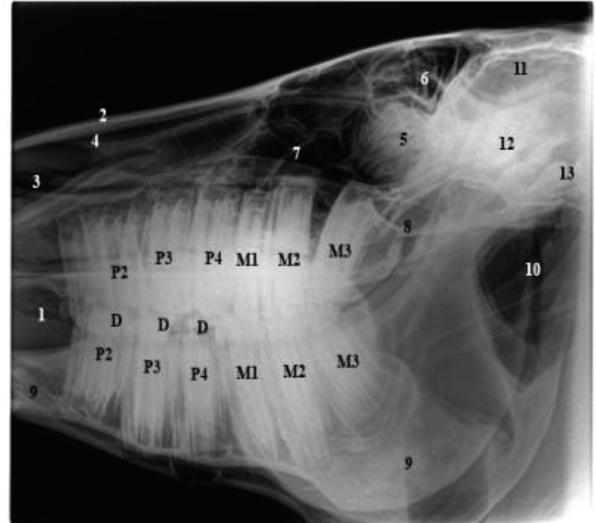
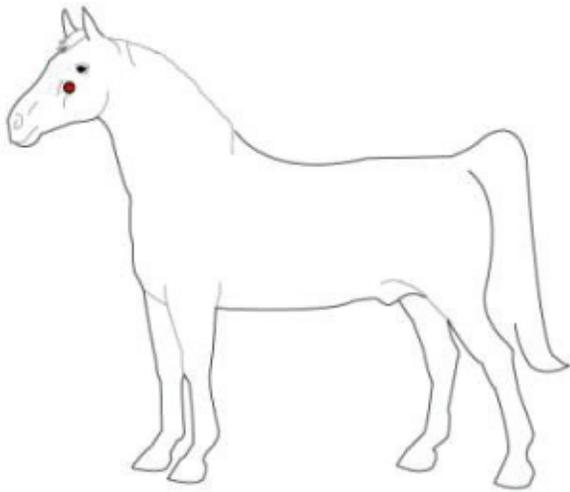


Fig 4 - Radiografía con incidencia LM izquierda de los senos paranasales (Le-RtL). Donde 1) Cavity oral, 2) Proceso nasal, 3) Meato nasal medio, 4) Meato nasal dorsal, 5) Etmoides, 6) Seno frontal, 7) Seno maxilar, 8) Borde ventral de la órbita ocular, 9) Mandíbula, 10) Bolsa gular, 11) Cerebro, 12) Tuberosidad articular del hueso petroso temporal, 13) Apófisis condilar de la mandíbula en la articulación atlantoccipital, P2 a P4) Premolares 2 a 4 (maxilares y mandibulares respectivamente), M1 a M3) Molares 1 a 3 (maxilares y mandibulares respectivamente), D) Dientes de leche o deciduos. En radiografías tomadas a potros jóvenes (Ej. 1-2 años de edad) apreciamos que la raíz del PM 3 y PM4 quedan al nivel del borde de la rama mandibular respectiva

CUELLO



Bolsa gutural e inicio de cuello

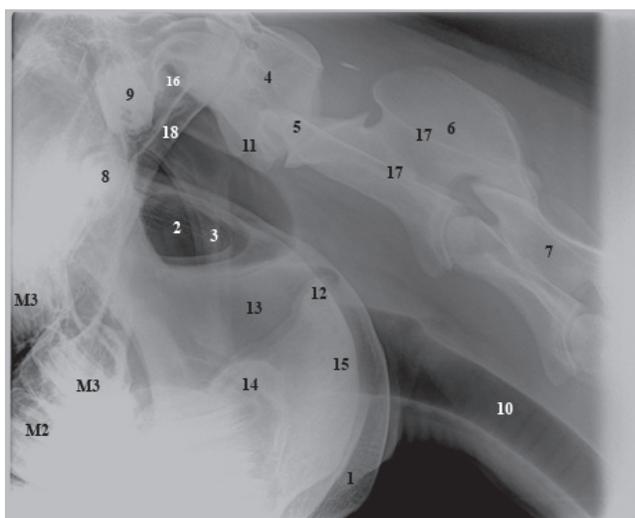
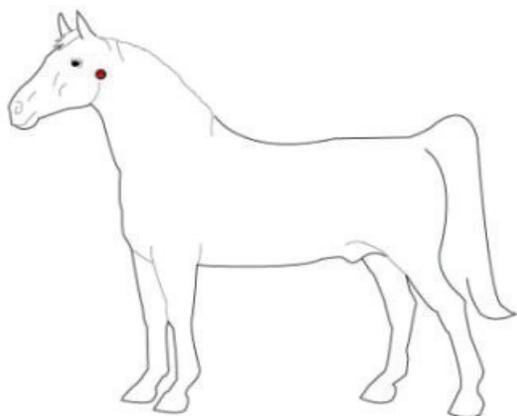


Fig 5 - Radiografía con incidencia LM izquierda - según ACVR el nombre de esta incidencia sería "Left-to-Right-Lateral" (Le-RtL)- de la bolsa gutural y primeras vértebras cervicales. Podemos ver atlas, axis y dens. Donde 1) Mandíbula, 2) Bolsa gutural, 3) Hueso estiloideos, 4) Atlas, 5) Dens, 6) Axis, 7) Tercera vértebra cervical, 8) Apófisis condilar de la mandíbula en la articulación atlantoccipital, 9) Tuberosidad articular del hueso petroso temporal, 10) Tráquea, 11) Ala del atlas, 12) Proceso corniculado del cartilago aritenoide, 13) Area de la Faringe, 14) Epiglotis, 15) Area de la Laringe 16) Entrada del meato auditivo externo, 17) Bordes dorsal y ventral del foramen vertebral, 18) Hueso basioccipital

Vértebras cervicales

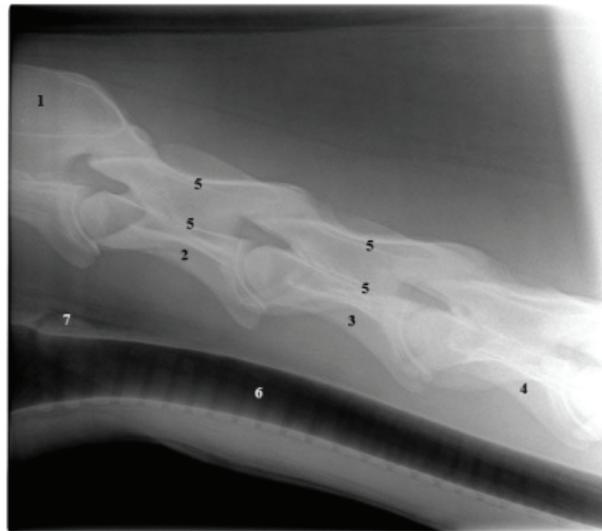
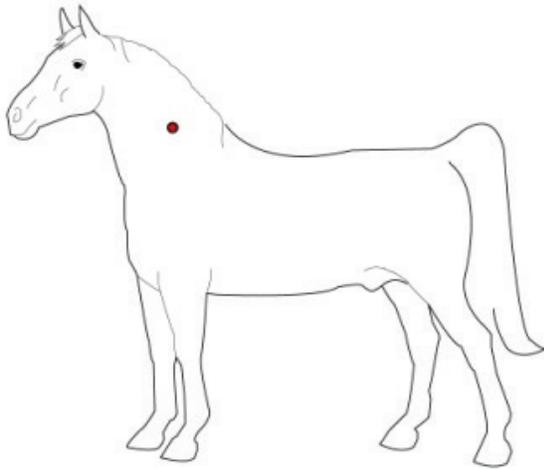


Fig 6 - Radiografía con incidencia LM izquierda - según ACVR el nombre de esta incidencia sería "Left-to-Right-Lateral" (Le-RtL) - mostrando vértebras cervicales y otras estructuras adyacentes, donde 1) Axis, 2) Tercera vértebra cervical, 3) Cuarta vértebra cervical, 4) Quinta vértebra cervical, 5) Bordes del canal medular; 6) Tráquea - se observa lumen y anillos cartilagosos, 7) ventriculo laríngeo. La fotografía de arriba y derecha nos enseña el sitio donde se debería poner el casete en el lado opuesto (derecho) del cuello equino para obtener esta imagen con incidencia LM izquierda

ESPALDA



Procesos espinosos vertebrales toracales ("cruz")

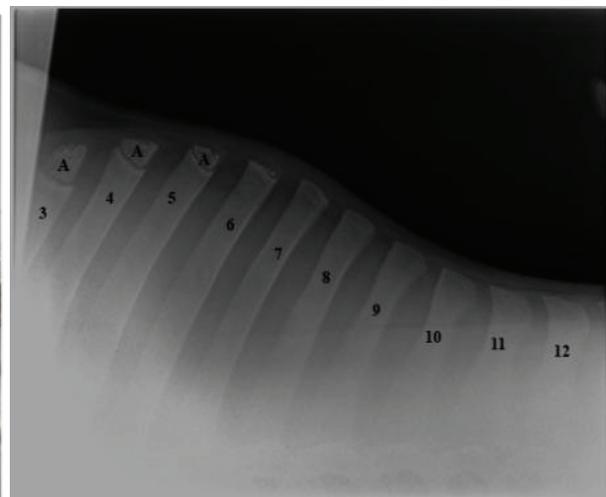
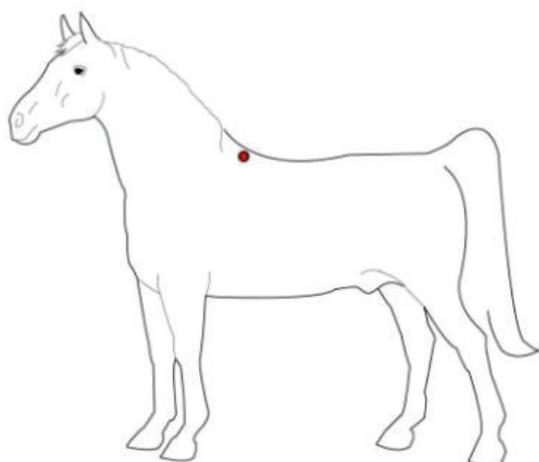


Fig 7 - Radiografía con incidencia LM izquierda -"Left-to-Right-Lateral" (Le-RtL)- mostrando los procesos espinosos de las vértebras toracales al nivel de la "cruz" (entre procesos 4 y 5). Donde A) Centro de osificación y cartilago de crecimiento separado, 1 a 16) Corresponde a los respectivos procesos espinosos

Procesos espinosos vertebrales en la zona toracolumbar

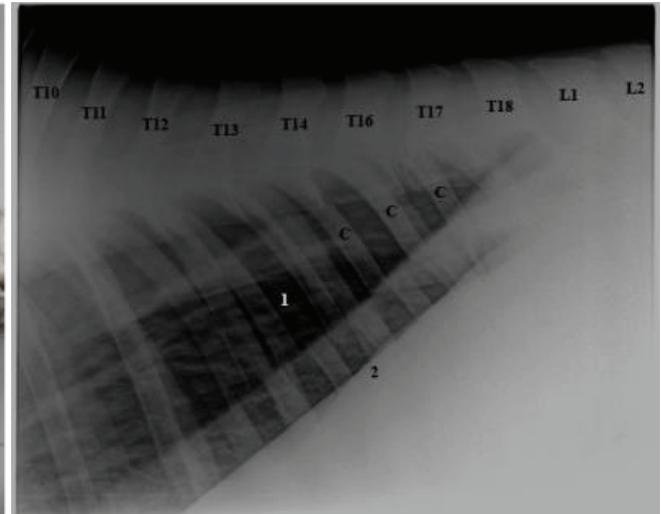
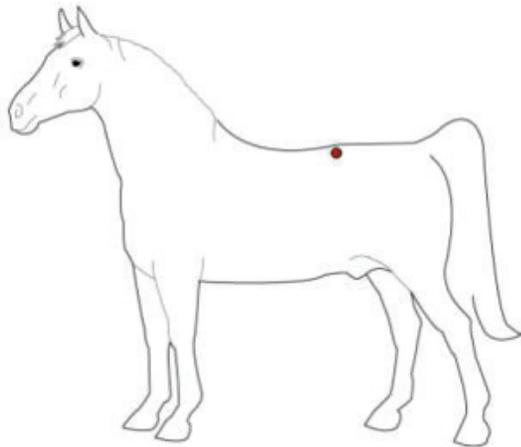


Fig 8 - Radiografía con incidencia LM izquierda - "Left-to-Right-Lateral" (Le-RtL)- mostrando los procesos espinosos de las vértebras en la zona toracolumbar, además otras estructuras anatómicas donde 1) Parénquima pulmonar, 2) Borde del diafragma, C) Costillas, T18) Vértebra torácica número 18 y L1) Primera vértebra lumbar

EXTREMIDAD ANTERIOR
("MANO")



Hombro

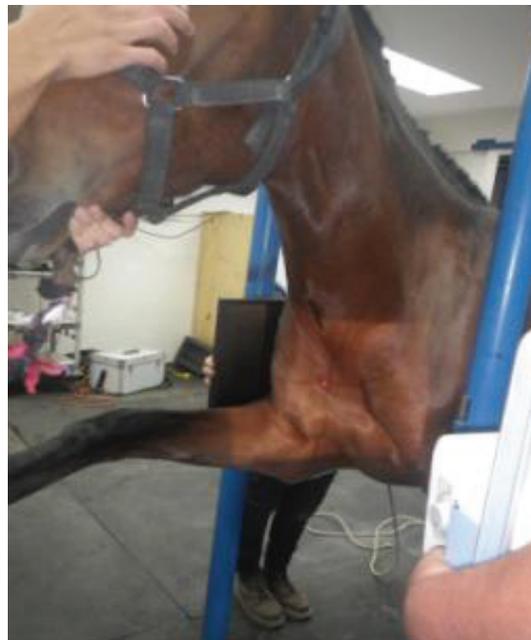
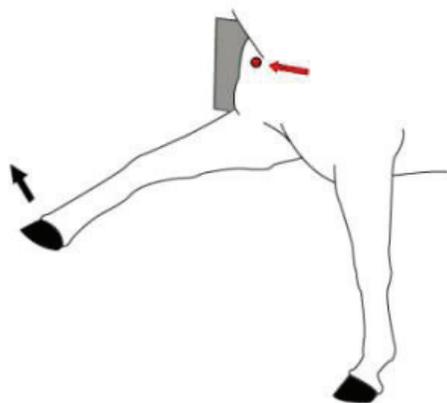


Fig 9 - Radiografía con la extremidad anterior derecha levantada en extensión por un ayudante e incidencia mediolateral (ML) - nombre igual para ACVR- mostrando vista medial de la articulación del hombro (escápulo-humeral) como descrito por Getty R. (1975) y algunas estructuras cercanas como la tráquea. Donde 1) Cuello de la escápula, 2) Tuberosidad supraglenoidea, 3) Borde de la cavidad glenoidea, 4) Cabeza del húmero, 5) Tuberosidad menor (partes craneal y caudal), 6) Tuberosidad del teres mayor, 7) Articulación escápulo-humeral, 8) Tráquea

Codo L.M.

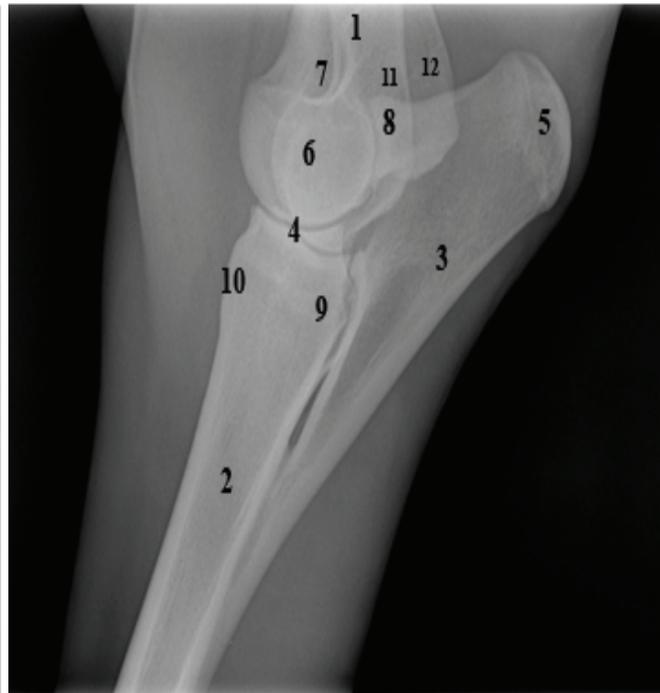
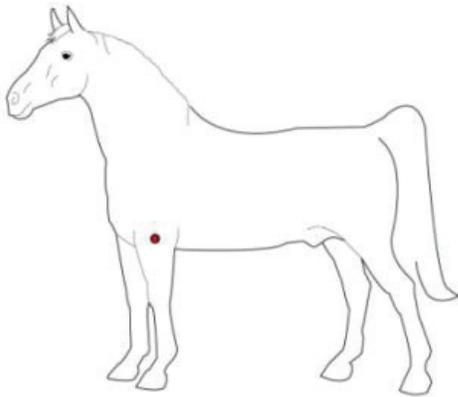


Fig 10 - Radiografía con incidencia lateromedial (LM) -se puede también hacer ML- izquierda mostrando la articulación del codo (cubital o húmero-radioulnar). Donde 1) Húmero - cresta epicondiloidea lateral, 2) Radio, 3) Ulna (cúbito), 4) Articulación cubital, 5) Tuberosidad del olécranon, 6) Epicóndilo lateral del húmero, 7) Fosa radial, 8) Apófisis ancónea del cúbito, 9) Tuberosidad del ligamento colateral lateral del codo, 10) Tuberosidad radial, 11) Fosa del olécranon, 12) Epicóndilo medial del húmero. Nota: ACVR usa igual nomenclatura

Codo A.P.

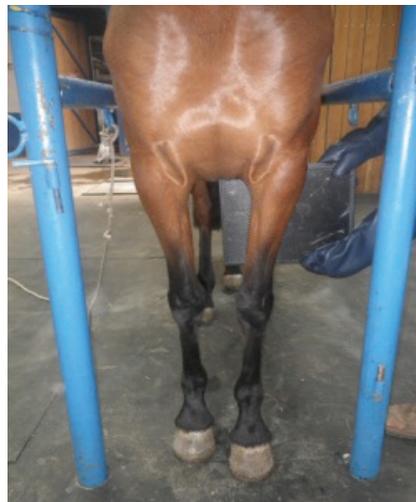
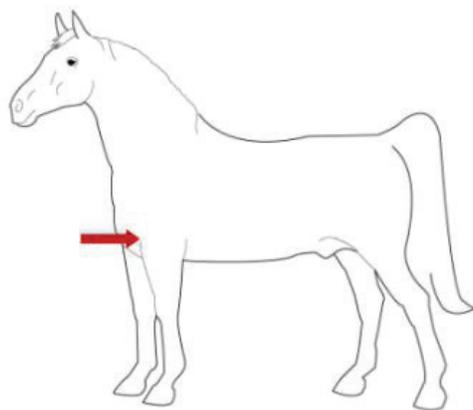


Fig 11 - Radiografía con incidencia anteroposterior (AP) - según ACVR nombre es "Craniocaudal" (CrCa) - mostrando la articulación del codo izquierdo. Donde 1) Húmero, 2) Radio, 3) Epicóndilo lateral del húmero, 4) Surco del músculo braquial, 5) Cresta humeral, 6) Articulación húmero-radial, 7) Ulna, 8) Tuberosidad ulnar lateral, 9) Tróclea del húmero

Carpo L.M. en extensión

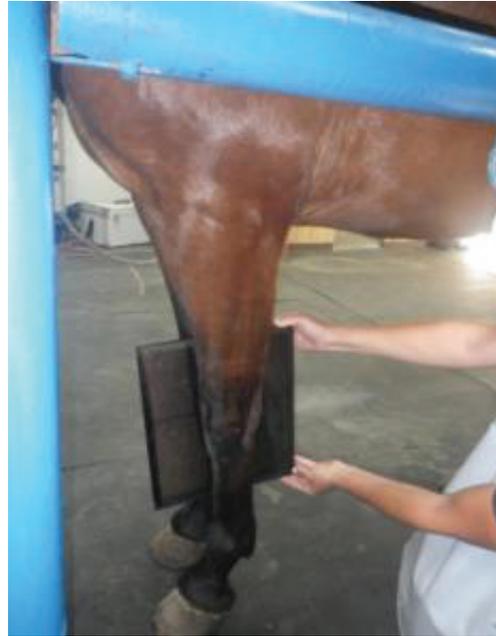
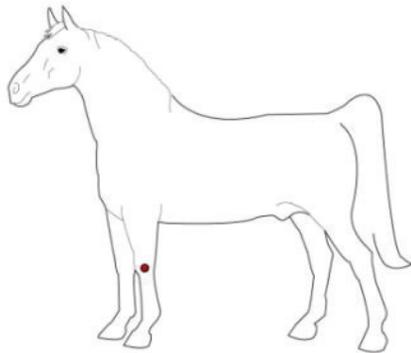


Fig 12 - Radiografía con incidencia LM (Igual para ACVR) izquierda mostrando la articulación del carpo en extensión (paciente en posición de estancia sosteniendo su peso sobre la extremidad). Donde 1) Radio, 2) Articulación radiocarpal, 3) Carpo ulnar - en la radiografía se superponen las imágenes de este hueso y los carpales intermedio y radial, 4) Carpo accesorio, 5) Articulación intercarpal, 6) Carpal IV - en la radiografía se superponen las imágenes de este hueso y el carpal III y II, 7) Articulación carpo-metacarpal, 8) Metacarpo III, 9) Tuberosidad metacarpiana, 10) Metacarpiano II y IV superpuestos en la imagen radiográfica, 11) Carpo intermedio, 12) Carpo III

Carpo L.M. en flexión

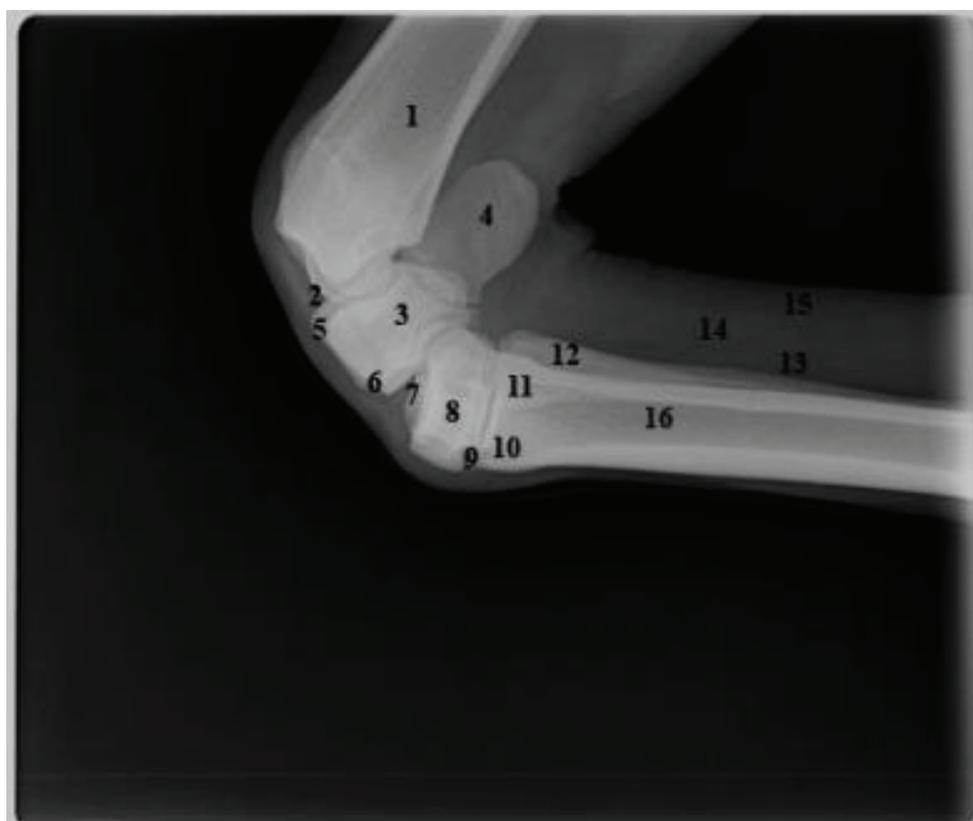
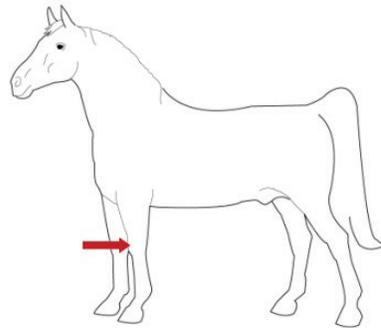


Fig 13 - Radiografía con incidencia LM (igual para ACVR) izquierda mostrando la articulación del carpo en flexión (el casco es sostenido hacia dorso-caudal por un asistente). Donde 1) Radio, 2) Articulación radiocarpal, 3) Carpo ulnar, 4) Carpo accesorio, 5) Carpo intermedio - borde dorsal, 6) Carpo radial - borde ventral, 7) Articulación intercarpiana, 8) Carpo IV - en la radiografía se superponen las imágenes de este hueso y el carpal III y II, 9) Articulación carpo-metacarpiana, 10) Tuberosidad metacarpiana, 11 y 12) Metacarpianos II y IV, 13) Ligamento suspensorio, 14) Tendón flexor digital profundo, 15) Tendón flexor digital superficial, 16) Metacarpo III ("caña")

Carpo A.P. en extensión



CARPO A.P.

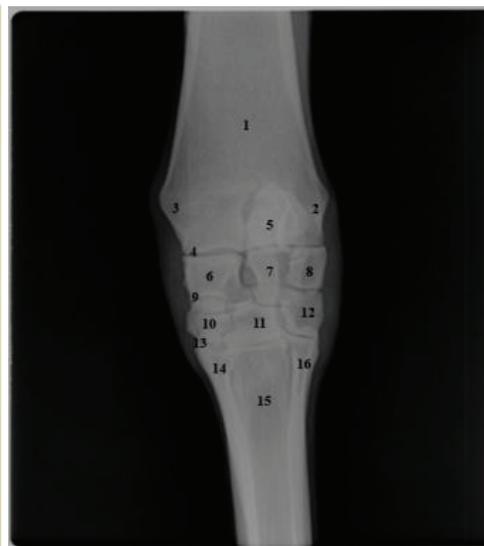
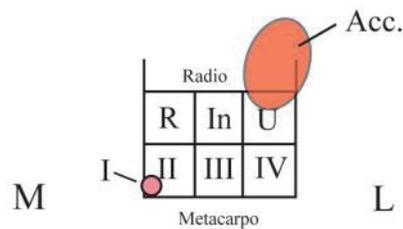


Fig 14 - Radiografía con incidencia AP - Según ACVR sería vista Dorsopalmar (DPa)- mostrando la articulación del carpo izquierdo, donde 1) Radio, 2) Apófisis estiloides lateral, 3) Apófisis estiloides medial, 4) Articulación radiocarpiana, 5) Silueta radiográfica del carpo accesorio, 6) Carpo radial, 7) Carpo intermedio, 8) Carpo ulnar, 9) Articulación intercarpiana, 10) Carpo II, 11) Carpo III, 12) Carpo IV, 13) Articulación carpo-metacarpiana, 14) Metacarpiano II, 15) Metacarpiano III (caña) 16) metacarpiano IV

Carpo flexionado en vista dorsoventral (dorsoproximal-dorsodistal o “Skyline view”)

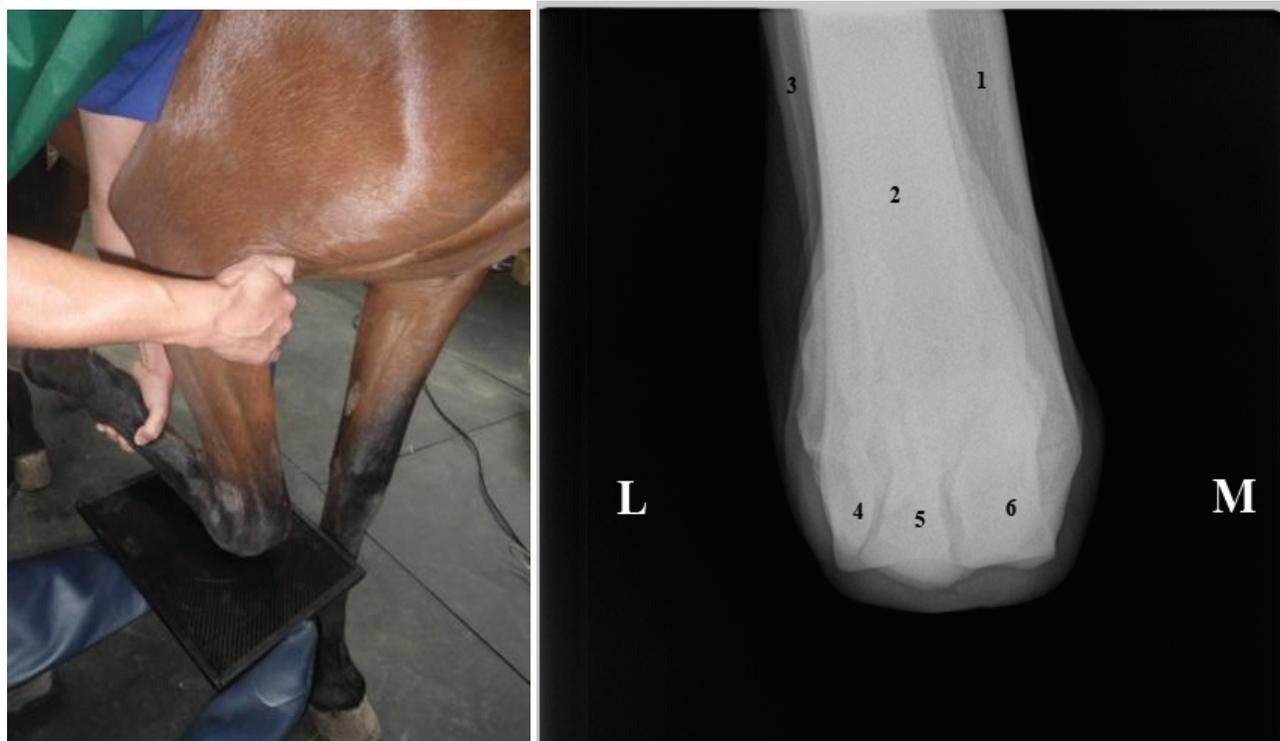


Fig 15 - Radiografía con incidencia dorsoventral (Según ACVR nombre sería vista “Dorsoproximal-dorsodistal oblicua del carpo flexionado a 80° (D80Pr-DDiO)” conocido también como “Skyline view” de la articulación carpal derecha sostenida en flexión con la ayuda de un asistente. Esta vista facilita identificar algunas fracturas de huesos carpales. Donde 1) Radio - extremo distal, 2) Superposición de imágenes radiográficas de radio y metacarpiano III, 3) Metacarpiano III, 4) Superposición de imágenes radiográficas de los huesos carpales ulnar y IV; 5) Superposición de imágenes radiográficas de los huesos carpales intermedio y III, 6) Superposición de imágenes radiográficas de los huesos carpales radial y II.

Metacarpo o metatarso ("Hueso de la caña")

Incluye los huesos metacarpianos o metatarsianos II (medial), III (central) y IV (lateral) - ver Fig. 14 - los cuales pueden presentar varias patologías causadas por trauma tales como fracturas, periostitis y ruptura del ligamento interóseo existente entre el hueso III y los otros dos pequeños huesos.

Aunque se sale del tema, deseamos llamar la atención hacia un aspecto radiológico importante cuando aparece un engrosamiento cortical localizado del hueso III, en el síndrome conocido como "cañeras" ("bucked shin complex" en idioma Inglés) causante en algunos casos de dolor agudo y claudicación - bastante común en caballos de hipódromo.

La incidencia de rayos X que mejor visualiza los huesos II y IV es la A.P. levemente oblicua (Fig. hacia medial o lateral, según el hueso por evaluar (II o IV), pues dichos pequeños metacarpianos o metatarsianos están ubicados un poco hacia caudal (palmar o plantar respectivamente) en relación al eje longitudinal del III.



Fig 15a - Esta incidencia es "A.P. oblicua" o de acuerdo al Comité de Nomenclatura del ACVR (según la dirección de entrada y salida del haz de rayos X) se denomina "Dorsolateral-palmaromedial oblicua" (DL-PaMO) y muestra el pequeño metacarpiano IV más el metacarpiano III. El espacio radioluciente entre ambos huesos corresponde al ligamento interóseo sin calcificar de un animal joven. El metacarpiano II está oculto detrás del III en esta toma oblicua. En este caso se observa, en el tercio proximal de la "caña", un leve engrosamiento cortical del McIII y con un aumento contiguo en el diámetro del McIV. Este problema es bastante común en el Caballo Purasangre de Carreras (Thoroughbred) y causa un síndrome conocido en la industria de los hipódromos como "cañeras" ("bucked shin complex" en idioma Inglés) productor de dolor agudo y claudicación incapacitantes para la competencia deportiva

Articulación del menudillo

(metacarpo o metatarso falange) - tiene estructuras y técnicas similares a extremidad anterior.

Menudillo L.M. en extensión

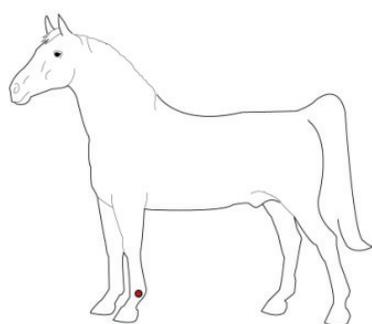


Fig 16 - Radiografía con incidencia LM (igual para ACVR) de la articulación metacarpo-falange ("menudillo") izquierda en extensión. Donde 1) Caña o metacarpo, III, 2) Cresta sagital, 3) Cóndilo lateral - imagen radiográfica se superpone con el cóndilo medial, 4) Huesos sesamoideos proximales con imagen radiográfica superpuesta, 5) articulación metacarpo-falange, 6) Primera falange (cuartilla), 7) Tuberosidad o eminencia palmar de la primera falange, 8) Tuberosidad o eminencia de los ligamentos sesamoideos distales, 9) Articulación interfalangeana proximal, 10) Segunda falange, 11) Extremo distal (botón) de los huesos metacarpianos II y IV, 12) Ligamento suspensorio, 13) Tendón flexor digital profundo, 14) Tendón flexor digital superficial

Menudillo A.P. en extensión

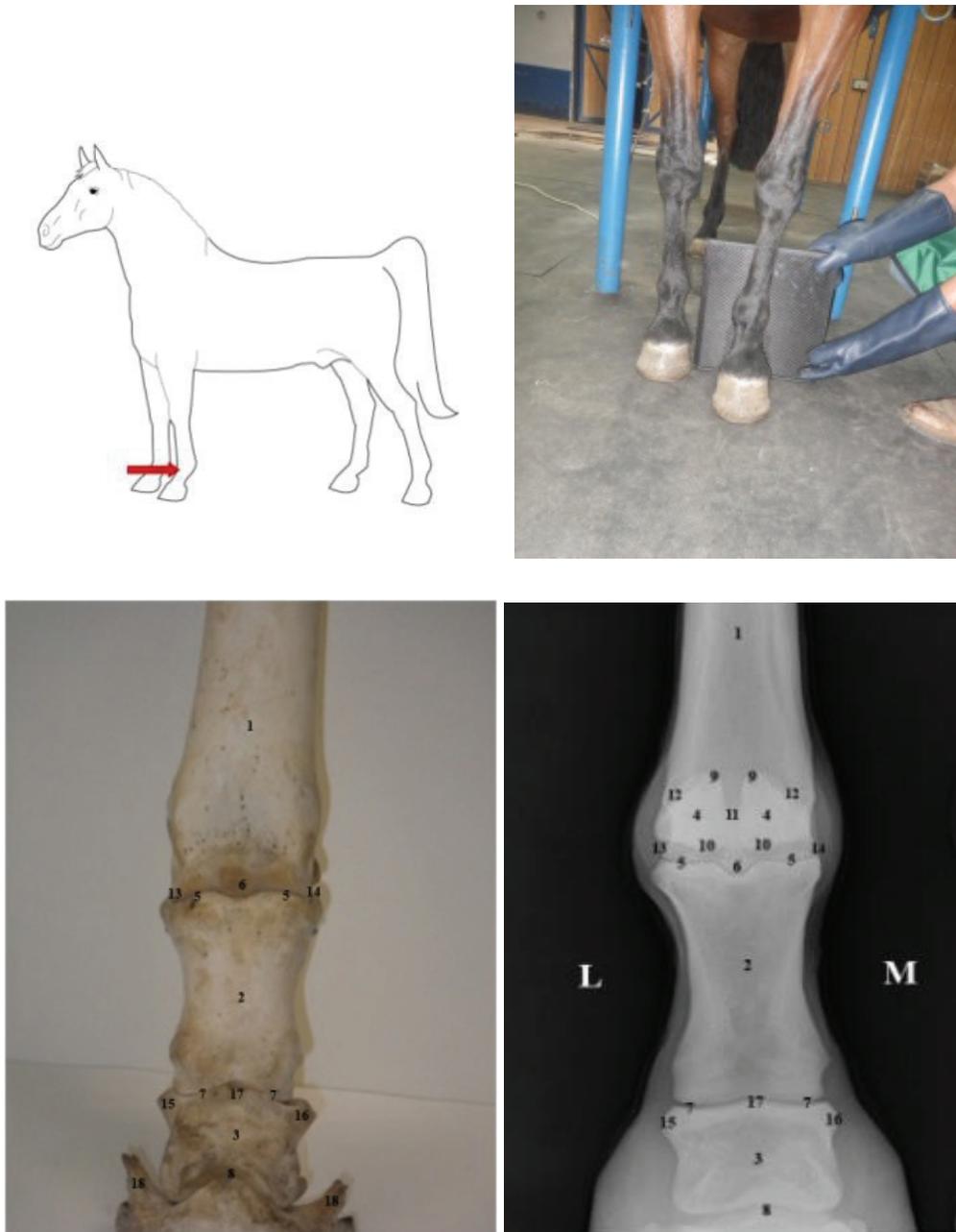


Fig 17 - Radiografía con incidencia AP o según ACVR sería "Dorsoproximal-palmarodistal" (DPr-PaDi) de la articulación del menudillo izquierdo en extensión. Este espécimen del esqueleto muestra una pequeña calcificación (18) en el cartilago alar de la tercera falange. Donde 1) Metacarpo o metatarso III, 2) Primera falange, 3) Segunda falange, 4) Sesamoideos proximales medial y lateral, 5) Articulación metacarpo-falange (menudillo), 6) Cresta sagital, 7) Articulación interfalangeana proximal, 8) Articulación interfalangeana distal, 9) Apex de los sesamoideos proximales, 10) Base de los sesamoideos proximales, 11) Borde o margen axial de los sesamoideos proximales, 12) Borde o margen abaxial de los sesamoideos proximales, 13) cóndilo lateral, 14) Cóndilo medial, 15) Eminencia lateral proximal, 16) Eminencia lateral medial, 17) Apófisis extensora de la segunda falange. La radiografía 17a - muestra una incidencia oblicua de la misma articulación la cual es de gran utilidad para valorar los sesamoideos proximales

Incidencia oblicua de “Menudillo” en extensión



Fig 17a - Toma “A.P oblicua” o según ACVR es “Dorsolateral-palmaromedial oblicua (D45L-PaMO)” de la articulación del “menudillo” (Metacarpo-falange o metatarso-falange) que muestra la silueta de un hueso sesamoideo proximal, lo que es importante para evidenciar fracturas y sesamoiditis. En este caso se incluyó el número “45” en la abreviación del nombre indicando el ángulo de incidencia (grados) del haz de rayos X

DÍGITO

NOTA: Esta zona tiene estructuras anatómicas y técnicas radiográficas similares para extremidad anterior o posterior en la especie equina



Dígito L.M. en extensión

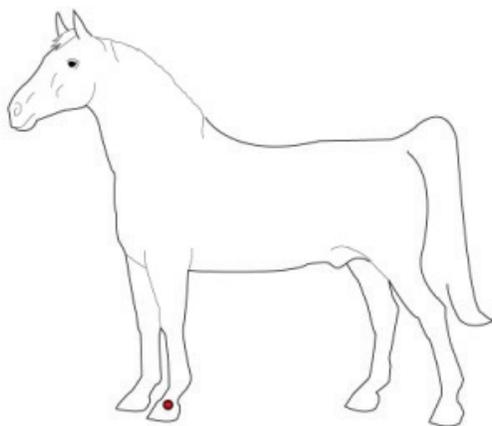


Fig 18 - Radiografía con incidencia LM (Igual para ACVR) izquierda del dígito extendido apoyado sobre una pieza de madera mostrando las estructuras y articulaciones regionales. Se aprecia el paralelismo normal que debe existir entre la pared del casco y la cara anterior de la tercera falange, además del paralelismo y grosor de la suela. Esta posición, con el casco apoyado sobre una pieza de madera, permite siluetear con mayor valor diagnóstico la suela y el borde distal de la tercera falange que cuando el dígito se apoya directamente sobre el suelo. Imagen donde: 1) Metacarpo III, 2) Extremo distal de metacarpo II, 3) Sesamoides proximales lateral y medial - la imagen radiográfica se superpone, 4) Primera falange, 5) Segunda falange, 6) Tercera falange, 7) Sesamoideo distal (navicular), 8) Articulación metacarpo-falange (menudillo), 9) Articulación interfalangeana proximal, 10) Articulación interfalangeana distal, 11) Tuberosidad proximal lateral - se superpone radiográficamente con la medial, 12) Cóndilo lateral - se superpone radiográficamente con el medial, 13) Apófisis extensora de la tercera falange, 14) Tróclea metacarpal, 15) Tendón flexor digital profundo, 16) Área correspondiente a la manica flexoria

Dígito A.P. en extensión

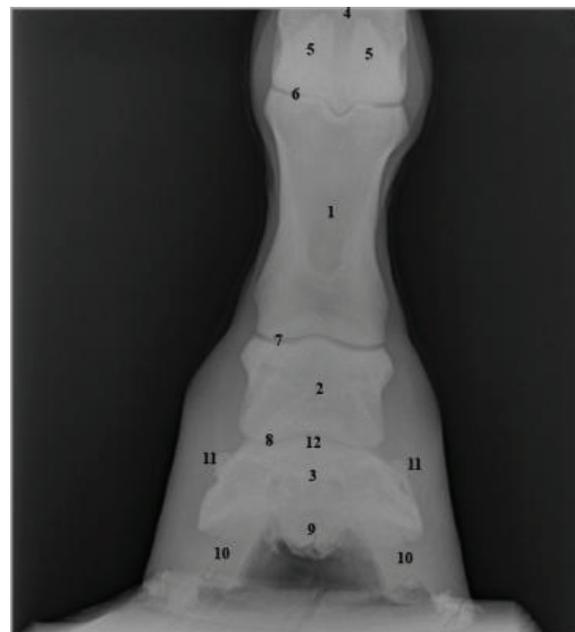
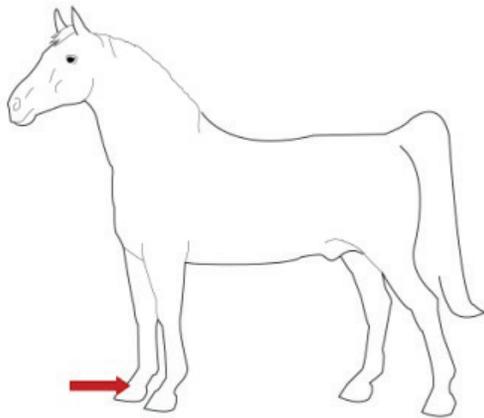


Fig 19 - Radiografía con incidencia AP - según ACVR es "Dorsoproximal-palmarodistal" (DPr-PaDi) del dígito derecho extendido apoyado sobre una pieza de madera mostrando las estructuras y articulaciones regionales. Donde 1) Primera falange (cuartilla), 2) Segunda falange, 3) Tercera falange, 4) Metacarpo III, 5) Sesamoideos proximales - imagen radiográfica superpuesta, 6) Articulación metacarpo-falange, 7) Articulación interfalangeana proximal, 8) Articulación interfalangeana distal, 9) Candado o ranilla, 10) Pared del casco - muy larga respecto al candado, 11) En el espécimen del esqueleto se aprecia una exostosis que corresponde a calcificación del cartilago alar colateral respectivo y en la radiografía se nota el inicio de la calcificación de dichos cartilagos, 12) Proceso o apófisis extensora de la tercera falange. Nota: Si se hace una incidencia oblicua el nombre sería "D30Pr-PaDiO" donde el número "30" entre "D" y "Pr" se refiere al ángulo de 30° formado por la incidencia del haz de rayos X usados en esta placa particular respecto a la superficie del suelo.

Dígito A.P. en flexión leve apoyado sobre “Bloque de Hickman”

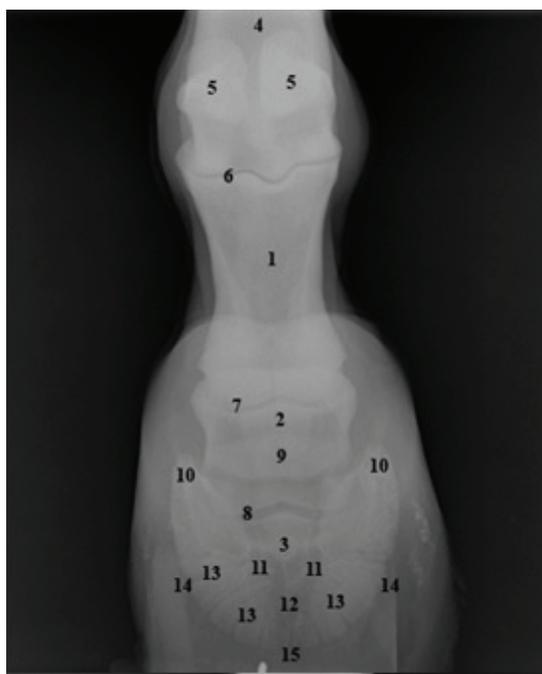


Fig 20 - Posición correcta del dígito colocado sobre el “Bloque de Hickman” usado para visualizar radiográficamente el hueso navicular y el borde de la tercera falange. Incidencia AP o según la ACVR correctamente el nombre sería “Dorsoproximal-palmarodistal Oblicua” (DPr-PaDiO), donde: 1) Primera falange, 2) Segunda falange, 3) Tercera falange, 4) Metacarpo o metatarso III, 5) Sesamoideos proximales, 6) Articulación metacarpo o metatarso-falange, 7) Articulación interfalangeana proximal, 8) Articulación interfalangeana distal, 9) sesamoideo distal o navicular - imagen radiográfica superpuesta con la segunda falange, 10) Apófisis plantar lateral y medial, 11) imagen radiotransparente de los surcos del candado o ranilla 12) Canales vasculares en la región del canal solar 13) Surcos o canales vasculares, 14) Borde de la suela de la tercera falange, 15) Crena del ápex de la tercera falange. En incidencia LM del dígito se puede observar la imagen del hueso navicular. Nota: el área ubicada entre 3 y 12 corresponde a la superficie flexora donde se inserta el tendón flexor digital profundo

Dígito en incidencia dorso-volar

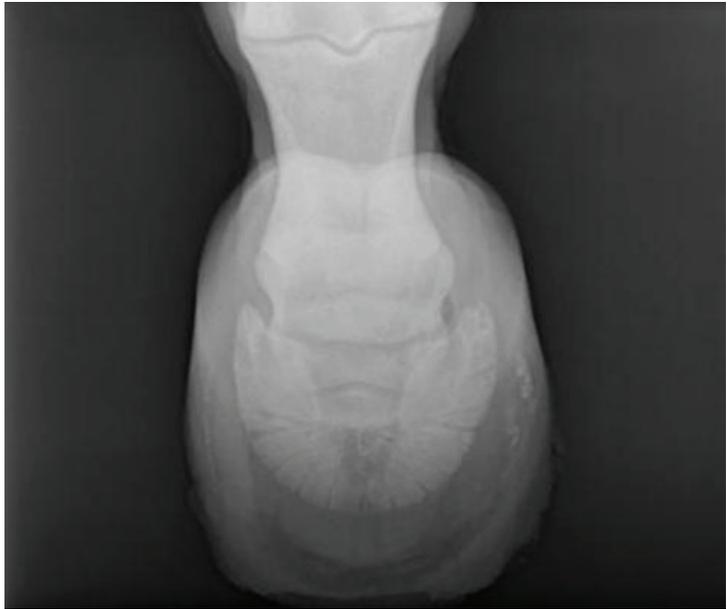
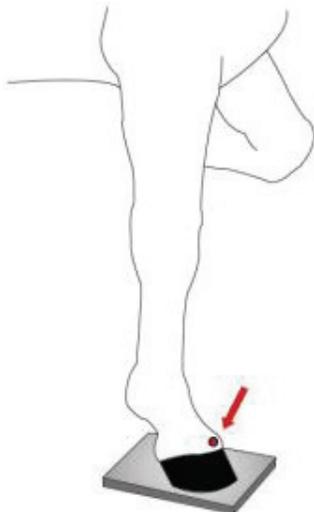


Fig 21 - Radiografía con incidencia de rayos X dorso-volar en ángulo de 60° (“Dorsoproximal-palmarodistal oblicua” (D60Pr-PaDiO) para tercera falange con suela del casco apoyado sobre el “casette” lo que nos permite visualizar el borde o ápex de dicho hueso, además de las otras estructuras descritas para las figuras 19 y 20. Observamos también los canales vasculares principales y periféricos. En vista de que las estructuras evaluadas son relativamente delgadas se sugiere jugar con el Kv y mA bajándolos respecto a la toma para el navicular. El inconveniente con esta posición es que cuando el animal apoya o mueve la suela del casco (a veces con herradura) sobre el “casette” puede dañar esta parte del equipo. Existen en el mercado cassettes especiales y protectores fabricados en un fuerte material radiotransparente que evitan dicho daño. Como pueden ver al aumentar el ángulo a 60° se visualiza el contorno completo del hueso navicular (además de toda la tercera falange) por lo que esta vista se usa extensivamente para evaluar el sesamoideo distal

EXTREMIDAD POSTERIOR (“PATA”)



Tarso L.M. en extensión

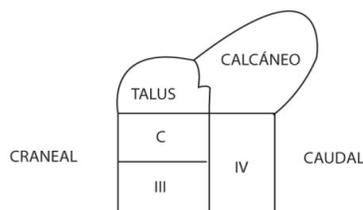
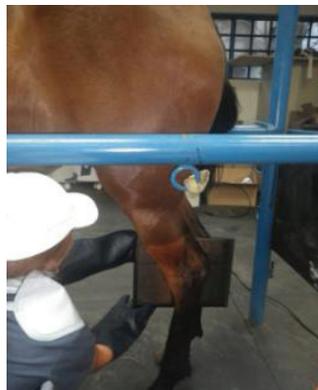
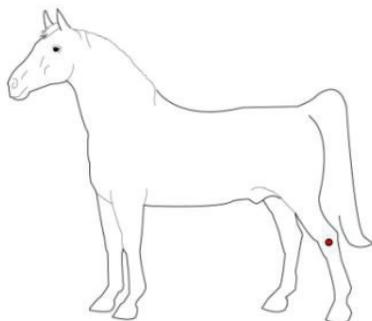


Fig 22 - Radiografía con incidencia LM (Igual para ACVR) mostrando la articulación del tarso o "corvejón" en extensión. Donde 1) Tibia, 2) Articulación tarso-crural, 3) Calcáneo, 4) Talus (astrágalo), 5 y 6) Trócleas lateral y medial superpuestas en la imagen radiográfica, 7) Articulación astrágalo-calcánea, 8) Sustentaculum tali, 9) Articulación intertarsiana proximal, 10) Hueso del tarso central, 11) Tarso IV, 12) Articulación intertarsiana distal, 13) Tarso III, 14) Tarso I y II (fusionados), 15) Articulación tarso-metatarsiana, 16) Metatarso III - parte proximal, 17) y 18) Metatarsianos II y IV - imagen radiográfica superpuesta, 19) Tuberosidad del calcáneo

Tarso A.P. en extensión

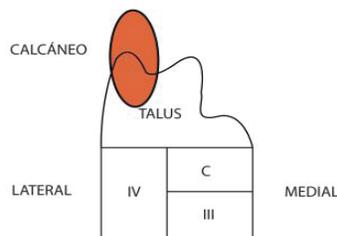
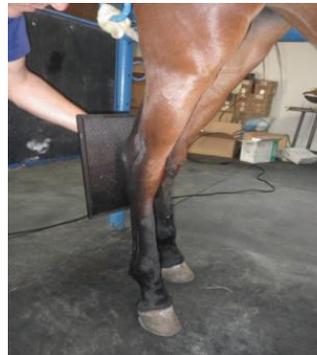
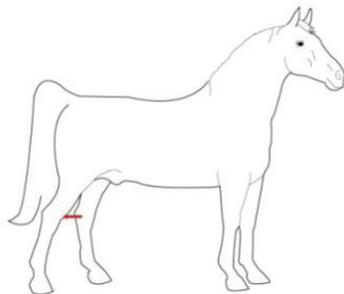


Fig 23 - Radiografía con incidencia AP - vista "Dorsoplantar" (DP) según ACVR - mostrando la articulación del tarso o "corvejón" derecho en extensión. Donde 1) Tibia, 2) Maleólo lateral, 3) Cresta sagital, 4) Maleólo medial, 5) Articulación tarso-crural (tibio-tarsal), 6) Calcáneo - imagen radiográfica superpuesta, 7) Trócleas del talus, 8) Tuberosidad distal del astrágalo, 9) Articulación intertarsiana proximal, 10) Tarso IV, 11) Tarso central, 12) Articulación intertarsiana distal, 13) Tarso III, 14) Ubicación del tarso I y II fusionados, 15) Articulación tarso-metatarsiana, 16 y 18) Metatarsianos IV y II respectivamente - imagen radiográfica superpuesta con metatarsiano III, 17) Metatarso III (hueso de la "caña")

Articulación femorotibiopatelar (Rodilla) L.M. en extensión

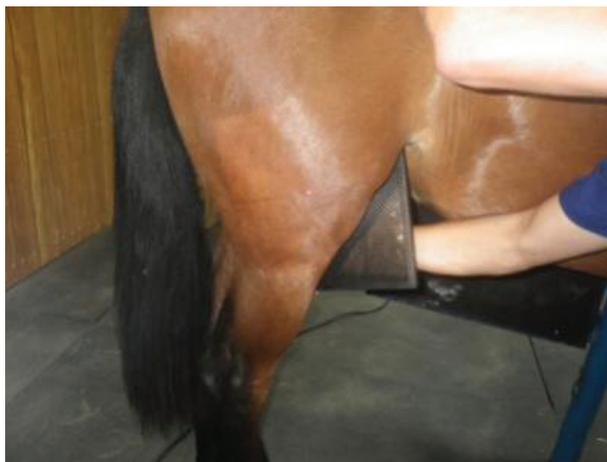
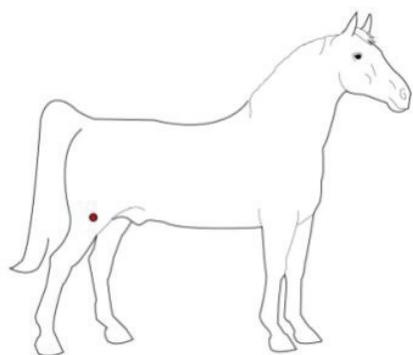


Fig 24 - Radiografía con incidencia lateromedial (LM) - igual para ACVR - derecha mostrando la articulación de la rodilla (femorotibiopatelar) en extensión. Donde 1) Fémur, 2) Fosa supracondiloidea, 3 y 4) Trócleas medial y lateral del fémur - superposición de imagen radiográfica, 5) Cóndilos medial y lateral del fémur - superposición de imagen radiográfica, 6) Patela (rótula) 7) Articulación femoro-patelar, 8) Articulación tibio-femoral, 9) Tibia, 10 y 11) Tuberosidades intercondilares medial y lateral - superposición de imagen radiográfica, 12) Tuberosidad tibial, 13) Cóndilos tibiales medial y lateral - superposición de imagen radiográfica.

Articulación femorotibiopatelar (Rodilla) P.A. en extensión

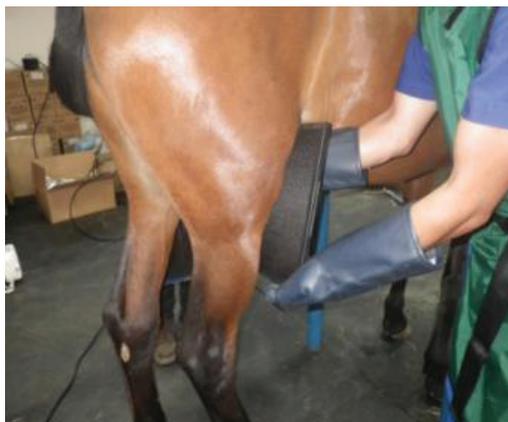
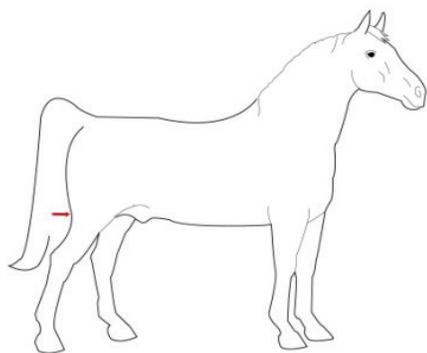


Fig 25 - Radiografía con incidencia posteroanterior (PA) – Según ACVR el nombre correcto de la incidencia sería “Caudocranial” (CaCr)- mostrando la articulación de la rodilla derecha en extensión. Donde 1) Fémur - vista caudal, 2) Tuberosidad supracondiloidea medial - superposición radiográfica con fémur; 3) Tuberosidad supracondiloidea lateral, 4) Fosa supracondiloidea - no se aprecia en la radiografía, 5) Surco para los vasos sanguíneos femorales, 6) Cóndilo medial del fémur, 7) Cóndilo lateral del fémur, 8) Fosa intercondilar, 9) Epicóndilo medial, 10) Tibia, 11) Cóndilo medial de la tibia, 12) Cóndilo lateral de la tibia, 13) Eminencia intercondilar tibial, 14) Incisura del popliteo, 15) Cabeza del peroné, 16) Cuerpo del peroné, 17) A la izquierda del número se observa una línea de fractura en el peroné, 20) Aumento en la radiodensidad debido a la superposición radiográfica de patela y fémur. La foto de la derecha muestra una vista anteroposterior (AP) del esqueleto de una rodilla izquierda de caballo para efectos de orientación en la radiografía. Fe de erratas: En esta radiografía no se asignó estructura anatómica a los números 18 y 19 por lo que estos no existen en el texto.

SECCIÓN III - TÉCNICAS ESPECIALES



Técnicas especiales

Introducción

Los “Exámenes con medio de contraste positivo” son técnicas radiológicas que usan materiales radiopacos los cuales ayudan a delinear (definen) lesiones detectadas o sospechadas clínicamente, pero que no se observan bien en las radiografías simples.

Por razones de espacio solamente se incluyen en este manual el “Venograma del Dígito Equino” y “Fistulografías” debido a que ambas se usan bastante en la práctica clínica diaria.

En ambas técnicas se usa un medio de contraste hidrosoluble yodado no iónico como el Iohexol (Ej. Omnipaque[®] fabricado por G.E. Healthcare Inc., Cork, Irlanda), el cual es una solución indicada para inyecciones intravenosas, intrarteriales, intratecales, de uso en cavidades corporales y por vía oral, además de localmente en tractos fistulosos y fístulas.

En la literatura se mencionan otros procedimientos usando medio de contraste tales como Mielografía, Pielografía o la Dacriocistorinografía (visualización del ducto nasolacrimal) y para su estudio se remite al lector a “Referencias”.

A-Venograma del dígito equino

El venograma del dígito en equinos es un procedimiento diagnóstico en el que se usa radiografía de contraste para evaluar la vasculatura del casco.

Esta técnica fue desarrollada por los Doctores Ric Redden (Kentucky, USA) & Chris Pollit (Queensland, Australia) en 1992 para entender mejor el grado de daño vascular durante los diferentes estadios del “Síndrome de Laminitis Equino”, lo cual permite al veterinario hacer el diagnóstico adecuado y prescribir las mejores líneas de terapia para tratar de restablecer la función afectada. Esta técnica se usa con pocas modificaciones hasta el presente y fue explicada por el Dr. Redden en una de sus visitas a Costa Rica en el mes de Abril del año 2012. Ver más información en las “Referencias”.

El Venograma tiene un uso diagnóstico rutinario en Podología equina, ayudando a identificar áreas en las cuales hay pérdida de integridad estructural y funcional, para patologías tales como “Laminitis”, “Enfermedad de la Línea Blanca”, “Keratoma” y “Heridas Punzantes” en el casco.

Materiales y Equipo

- Equipo de rayos X y cassettes
- Protección contra radiación para el personal
- Axial y sedativo (s)
- Máquina eléctrica para depilar
- Material para desinfección piel (gasa, jabón clorhexidina, yodo, alcohol)
- Guantes estériles desechables
- Bloques de madera para posicionar casco
- Vendaje plástico autoadherible (Ej, 3M, Elastikón, Vetrap 3M, etc)
- Torniquete de hule o vendaje de Esmarch
- Catéter “mariposa” calibre 21G o 23G con tubo vinílico de 5-10” y acople Luer Lock
- Llaves de triple paso
- Pinza hemostática
- Jeringas de 10 y 20 cc
- Medio de contraste yodado
- Anestésico local para bloqueo (Ej. Mepivacaína o Lidocaína)

Técnica

- El paciente es sedado con la droga de su elección e inmovilizado adecuadamente usando anestesia por derivación (Ej. Axial) como descrito antes
- Depile y prepare asépticamente el área de la cuartilla (I y II Falange)
- Ver Fig. 26 - “**Galería de Fotografías**” para seguir la técnica paso a paso
- Preparando la mano o pata para la toma de las radiografías primero se hace un bloqueo anestésico **(a)** de los nervios palmares medial y lateral, usando idealmente Mepivacaína 2% inyectada al nivel o arriba de los sesamoideos proximales, indicado por mancha de sangre **(b)** en sitio ubicado proximal a la articulación metacarpo o metatarso-falange (conocida como “menudillo” o “fetlock” en idioma Inglés). Otra opción anestésica para dicho bloqueo es usar Lidocaína 2% pero su efecto dura menos tiempo
- Se aplica, como referencia sobre la pared dorsal del casco un “marcador radiopaco” (Ej. BaSO₄ - se hace una línea dispensando este medio de contraste con una jeringa sin aguja **(c)** que sirve para delinear dicha pared como se observa en la radiografía **(d)**). También se puede pegar con “goma loca” un clavo de herrar, pedazo de alambre, etc., o cualquier otro material radiopaco sobre la pared dorsal del casco y se logra el mismo objetivo
- Se prepara y aproxima la máquina de rayos X a la distancia adecuada
- Se alistan y preparan los “cassettes” para la toma de la radiografía
- Se posiciona el casco por radiografiar del paciente equino sobre el bloque de madera (esto garantiza la proyección LM) - **ver fotos desde (e) hasta (k)**.
- Si tiene equipo digital se puede hacer una radiografía simple de prueba antes de la inyección del medio de contraste
- Se pone el vendaje autoadherible alrededor del “menudillo” **(e)**, lo que ofrece un anclaje para el torniquete o tira de neumático de carro usados que se ponen bien ajustados a continuación. Este autoadherible impide que el torniquete pellizque la piel. Cubra el torniquete con unas vueltas de tape. Alternativamente y según gusto del clínico se puede usar un Vendaje de Esmarch. El “punto rojo” observado en (e) y (f) es donde incide la luz del puntero laser

- Ponga cuidadosamente el catéter de mariposa en la vena palmar digital lateral **(f)** y **(g)** evitando romper el vaso sanguíneo para evitar hematoma y extravasación del medio contraste. Se observa el catéter correctamente posicionado **(h)**
- Se inyectan un total de 20cc del medio de contraste **(i)**, para lo que se recomienda mejor usar 2 jeringas de 10cc cargadas con el medio de contraste que solo una de 20cc, ya que esta última levanta mucha presión intravenosa cuando hacemos la inyección. Se recomienda monitorear la resistencia que se produce en el émbolo de la jeringa conforme el medio de contraste se inyecta, cosa que no se puede apreciar cuando usamos la jeringa más grande.
- Esta inyección se debe de hacer en menos de 1 minuto pues el medio de contraste se escapa de las venas y sesga la interpretación del venograma obtenido
- Se quita la jeringa y se acopla una llave de triple paso que se cierra de inmediato o se aplica una pinza hemostática al tubo plástico del catéter para evitar salida de sangre
- El tubo plástico se fija al vendaje para que no interfiera con la radiografía
- Empiece a **tomar rápidamente** de 3-5 radiografías **(j)**, siendo necesario hacer al menos incidencias LM, Dorso Palmar y repetir LM. **Todas las tomas se deben hacer en menos de 45 segundos luego de la inyección**
- Remueva torniquete y catéter. Ponga un algodón, gasa o curita en el sitio de la punción por 5 minutos
- Según gusto del clínico se puede aplicar un vendaje liviano que incluya al menudillo
- Se procede a la “Interpretación del Venograma”
- Ver Fig. 26 - Galería de fotografías



Fig. 26 - Galería de fotografías: "Venograma del dígito equino"

Una falla técnica puede ocurrir por las siguientes razones:

- Fuga del medio de contraste debido al torniquete mal puesto
- Inyección perivascular del medio de contraste
- Inyección tardía del medio de contraste
- No se tomaron todas las radiografías necesarias en menos de 45 segundos
- El caballo se baja del bloque de madera donde lo posicionamos para radiografía
- Olvidarnos de balancear la extremidad (desbloquear y bloquear el carpo) para promover perfusión total de los vasos dorsales cuando el caballo quita y pone peso sobre el casco
- Cuando el catéter se sale de la vena antes de tomar las radiografías
- Un bloqueo nervioso inadecuado y el caballo está sintiendo dolor

La inyección del medio de contraste en la vena palmar digital lateral, como indicado en la técnica del Venograma, resulta en el llenado retrógrado de los capilares, arterias y venas ubicadas distalmente al torniquete, lo que permite la evaluación de las “cinco áreas mayores de perfusión dentro del casco equino” (ver Fig. 27).

Interpretación del Venograma

Se dice que el “rango de la norma para la interpretación del venograma es bastante variado” pues la red vascular dentro del casco está influenciada por el peso que el caballo pone sobre el dígito en el momento de la toma radiográfica, variaciones anatómicas individuales y el grado de la patología presente.

Un casco saludable tiene características únicas con similares características anatómicas de la vasculatura sanguínea evidenciables en el venograma.

Un venograma “normal” muestra una irrigación sanguínea completa en todas las ramas de la red vascular (ver estructuras identificadas con números 1 a 5 en la Figura 27) dentro del casco rellenas con el medio de contraste radiopaco inyectado. En esta radiografía el área de los talones pareciera tener una irrigación menor a la normal pero podría ser un artefacto causado por una deficiente llegada del medio de contraste a ese sitio en particular.

“Determinar el grado de la patología” basado en el venograma podría ser difícil para ciertos casos, pues algunos caballos “normales clínicamente” muestran áreas vasculares en apariencia “comprometidas” y viceversa, por lo que la experiencia al interpretar la placa es importante.

Áreas anatómicas radiolucientes en la red vascular (sin presencia de venas y arterias llenas de medio de contraste) sugieren déficit irrigatorio con pobre perfusión que se traduce en necrosis tisular, aunque podría ser un artefacto por inadecuado volumen de medio de contraste (A. Rucker et al, 2006).



Fig. 27 - Venograma "normal" en incidencia LM. mostrando la irrigación sanguínea correspondiente a las cinco mayores áreas de perfusión que debemos valorar. Donde 1) Inicio del arco terminal de la arteria palmar digital, 2) Plexo coronario, 3) Vasculatura dorsal lamelar que irriga las láminas sensibles, 4) Vasos sanguíneos circunflejos (con papilas solares), 5) Vasos sanguíneos del talón. Vemos además 6) Unión de la irrigación lamelar con la circunfleja de la suela, sitio donde se observan las papilas terminales

Como ejemplo de patología se sugiere ver foto (k) de Fig. 26, donde tenemos un paciente con laminitis y podemos notar: 1) Falta de irrigación desde el plexo coronario, el arco terminal de la arteria palmar digital, la vasculatura lamelar dorsal y hasta la parte apical de los vasos circunflejos subsolares, 2) Se observa además una evidente rotación de la tercera falange, 3) La vasculatura sanguínea correspondiente a los talones pareciera estar normal.

Los ángulos del casco son un reflejo de los ángulos de la tercera falange (P3) los cuales son influidos por la raza además de algunos defectos congénitos y adquiridos. El ángulo ideal del casco está determinado por una línea recta trazada desde la parte craneal de P3 y continuada sobre la cara anterior de la pared del casco.

Siempre que la nutrición del plexo vascular solar está comprometida vemos que el crecimiento de la suela está disminuido. Una vez que la suela se adelgaza entonces la pared se vuelve más delgada y frágil.

En caballos con suelas de menos de 15mm de grueso los venogramas revelan una típica zona circunfleja comprimida. Cuando las fimbrias solares están disminuidas en tamaño o desaparecen de la superficie palmar se dice que existe patología aunque el caballo continúe entrenando (hallazgo frecuente en caballos de carrera con venograma lejos del ideal).

Para más detalles sobre interpretación del venograma se sugiere fuertemente al lector ver en "Referencias" el artículo de Rucker, A. et al (2006).

B- Fistulograma (“Fistulografía” o “Sinografía”)

Esta técnica genera información diagnóstica valiosa cuando lidiamos con fistulas, tractos fistulosos e incluso heridas punzantes recientes. Se recomienda hacer primero radiografías simples o examen ultrasonográfico del área, pero si no obtenemos la información requerida entonces se hace el fistulograma.

La “Fistulografía” es un procedimiento donde se inyecta un medio de contraste radiopaco dentro de una fistula o tracto fistuloso con el objetivo de delinear o “siluetear” su contorno al tomar la radiografía.

Preparación del tracto o fistula:

Es importante lavar bien la piel y depilar alrededor del punto donde drena la cloaca fistulosa, porque la costra formada puede ser relativamente radiopaca, algunas veces por medicamentos usados (Ej. Yodo) y causar artefactos radiográficos que enmascaran el recorrido del tracto. A este punto es importante recordar que la secreción contiene frecuentemente bacterias resistentes a los antibióticos que pueden infectar al veterinario, razón por la que se deben extremar las medidas de asepsia.

La preparación del tracto antes de meter el medio de contraste es también importante para minimizar dichos artefactos, pues el lumen del tracto tiene eventualmente restos de cuerpos extraños más contenido purulento con diferentes grados de solidez y cantidad.

Esto implica el lavado de dicho lumen, lo que se logra inyectando a presión (“flushing”) Solución Salina Fisiológica o Lactato de Ringer. Alternativamente se puede meter un catéter dentro del tracto para hacer mejor el lavado

Inyección del medio de contraste:

Una vez extraído todo el material purulento posible tratamos de “siluetear” el recorrido del tracto o la fistula con la inyección a presión (hasta que el émbolo de la jeringa se devuelva) del medio de contraste (Ej. Omnipaque^R) y **se toma de inmediato la radiografía.**

Si existe “chorreo” del medio de contraste fuera del tracto fistuloso, este debe limpiarse para no crear artefactos. Para evitar lo anterior se sugiere poner un Catéter de Foley dentro del tracto, inflar el balón para sellar el lumen a la entrada del tracto y luego inyectar el medio de contraste. Los tractos fistulosos frecuentemente no se llenan por completo por lo que “artefactos debido al llenado” ocurren y generalmente hay que hacer varias tomas con diferentes incidencias, idealmente ortogonales, siendo necesario interpretar la imagen cautelosamente (Butler JA et al, 2003).

La idea es que el medio de contraste llene toda la cavidad del tracto y/o cubra cualquier cuerpo extraño contenido en su lumen para que al tomar la radiografía se defina su contorno (lo “siluetea”), permitiendo al clínico ubicar el tamaño y recorrido del tracto, más posibles tejidos afectados, lo que posteriormente facilita su tratamiento (usualmente quirúrgico).

SECCIÓN IV - INTERPRETACIÓN DE LA RADIOGRAFÍA OBTENIDA



Consejos para interpretar la radiografía obtenida

Introducción

Como indicado por la literatura (Butler et al 2003; Douglas SW & Williamson HD, 1970; Henson F, 2009; Morgan JP, 1972; Park RD, 2002; Dik KJ & Gunsser I, 2002; Pollit CC, 2002; Redden R, 2002; Schramme MC, 2007; Kaser-Hotz B & Gottlieb U, 2006; Rucker A et al, 2006; Thrall DE 1998 y 2013; M Barrett & Acutt E, 2020; entre otros), **para sacar el máximo de información cuando se interpreta la radiografía obtenida es importante seguir siempre un orden determinado.**

Por razones de espacio no incluimos en esta edición los signos radiográficos de enfermedad en cabeza, cavidad oral o tejidos blandos y nos enfocamos más en la parte ortopédica.

Examen de la radiografía obtenida

Para lograr un correcto diagnóstico se sugiere tener en cuenta y aplicar metódicamente los siguientes consejos:

- Examinar la placa radiográfica en forma sistemática haciendo el reconocimiento anatómico de todas las estructuras examinadas
- No buscar anomalías sino seguir una rutina que nos impida brincar cambios radiológicos obvios
- Siempre ver la placa en un negatoscopio, lo que obviamente no aplica para radiografía digital
- Asegurarse de que la placa obtenida incluya todas las estructuras anatómicas posiblemente involucradas en el problema y con las incidencias necesarias para el diagnóstico o **en caso contrario se repiten las tomas**. Debemos insistir en que la radiografía es una imagen bidimensional de una estructura tridimensional, por lo que el conocimiento de la anatomía regional es de primordial importancia para interpretar (con valor diagnóstico) la superposición de imágenes provenientes de varios órganos y tejidos
- Aunque encuentre una lesión continúe examinando la radiografía, pues frecuentemente pueden aparecer otras lesiones más importantes que la primera
- En caso de duda, compare sus hallazgos radiológicos con un atlas de anatomía radiológica, placas normales de casos anteriores, tomas de la extremidad contralateral o si es necesario entonces consulte por Internet la imagen obtenida con un colega situado al otro lado del mundo
- Examine cuidadosamente a distancia el hueso buscando áreas locales de mayor (esclerosis) o menor (lisis) radiodensidad
- Evalúe la cortical buscando fracturas o cambios de grosor
- Busque por la presencia de nuevo hueso periosteal
- Examine la médula y las trabéculas óseas
- Examine las articulaciones: ancho regular del espacio articular y ancho más densidad del hueso subcondral

- Examine los tejidos blandos por presencia de esquirlas calcificadas, edema, inflamación, fístulas o cuerpos extraños radiopacos
- Examine los tejidos blandos por evidencia de masas tisulares que empujan y distorsionan los planos anatómicos normales
- Busque sombras radiolucetas debidas a gas o aire, indicando microorganismos productores de gas o ruptura de piel (Ej. Enfisema)
- Aunque encuentre una lesión continúe examinando la placa pues con frecuencia aparecen otras lesiones incluso más importantes que la primera
- En caso de duda compare sus hallazgos radiológicos con un atlas, placas normales de casos anteriores o contra la extremidad contralateral o como citado consulte a un colega por Internet.

Signos Radiográficos de Enfermedad Ósea

El uso clínico de los rayos X nos permite encontrar varias patologías (Butler et al 2003; Floyd AE & Mansmann R, 2007; Henson F, 2009; Kaser-Hotz B & Gottlieb U, 2006; McIlwraith CW, 2005; Morgan JP, 1972; Park RD, 2002; Pollit CC, 2002; Redden R, 2002; Thrall DE, 1998 y 2013; Dik KJ & Gunsser I, 2002; M Barrett & Acutt E, 2020) que afectan el esqueleto.

Cuando examinamos radiografías de hueso es importante poner atención a lo siguiente:

- Las lesiones pueden ser una sola o generalizadas (múltiples o diseminadas) pudiendo afectar uno o varios huesos, lo que nos permite sacar conclusiones sobre la etiología del problema (Ej. Una fractura vs Osteodistrofia Fibrosa)
- Contorno del hueso se afecta con algunas lesiones (Ej. Fractura afecta su continuidad mientras que un tumor causa deformidad)
- El tamaño del hueso es afectado menos frecuentemente, pero podría ocurrir en casos de atrofia por desuso debido a una fractura
- Densidad ósea disminuida como en Osteodistrofia Fibrosa (Hiperparatiroidismo secundario nutricional) donde la actividad osteoclástica aumentada causa pérdida de densidad
- Densidades óseas “mezcladas” como sucede con un denso secuestro rodeado por una zona lítica de hueso o en tumores óseos primarios, donde se mezclan áreas radiolucetas y radiodensas
- El Endósteo (membrana que cubre trabéculas y parte interna de la corteza) se “ondea” por la presencia de sarcomas osteogénicos
- El Periósteo (membrana que rodea al hueso - compuesta por una capa externa fibrosa más una capa interna o de cambio) puede despegarse del hueso debido a procesos como edema, hemorragia, pus o tumores causando su elevación y nueva formación ósea
- La Cortical está formada por hueso reticulado (“cancellous bone” en Inglés) que puede ser afectado por varios procesos donde trauma, infección y tumores son los más frecuentes
- La Cavidad Medular está llena de hueso esponjoso que puede ser destruido y sustituido por algunos tumores. También se afecta en Osteodistrofia Fibrosa pues se rellena con tejido fibroso
- Pueden ocurrir cambios en los patrones de las trabéculas óseas como sucede en caballos con pobre conformación mostrando engrosamientos en áreas de mayor estrés, además de realineamiento trabecular dentro del hueso
- Estructuras “extraóseas”, tales como cuerpos extraños en tejido blando que pueden producir una respuesta periostial o lesiones óseas que producen concurrentemente inflamación de tejido blando vecino

Cuando deseamos examinar radiológicamente el hueso sesamoideo distal (“Navicular”), aparte de la importancia de posicionar adecuadamente al paciente (ver Fig.20), es necesario buscar cambios óseos como aparición de entesofitos calcificados (“spurs” en Inglés) en la inserción de los dos ligamentos suspensorios del navicular, aumento de forámenes (“lollypops” en Inglés) y áreas locales con lisis o cavitaciones que debilitan el hueso y eventualmente (aunque poco común) podrían terminar como fractura. Este examen ha sido tratado por muchos autores como Butler et al 2003; Douglas SW & Williamson HD 1970; Kaser-Hotz B & Ueltschi G, 1992; Park RD, 2002; Williams GE, 2001; Wright IM, 1993; Barrett M & Acutt E, 2020.

La remodelación del hueso navicular se observa mejor en la incidencia lateromedial (L.M.) según reportan Christianson & Reinertson (1984), pues temprano en la enfermedad el hueso pierde su apariencia “cuadrada” y el margen distal parece “afilarse”, asumiendo el hueso una apariencia más angosta y alargada. Los entesofitos calcificados pueden verse algunas veces en los bordes proximales.

Signos Radiográficos de Enfermedad Articular

Existen muchas referencias en la literatura, pero recomendamos la lectura de autores como C.W. McIlwraith (Colorado State University, USA) y R. van Weeren (Utrecht University, Holanda) quienes tienen múltiples publicaciones al respecto, además de M Barrett & Acutt E, 2020.

Los signos encontrados en la radiografía incluyen lo siguiente:

- Están relacionados principalmente con la articulación
- El “Espacio Articular” incluye todos los tejidos (cartilago, sinovia, líquido sinovial, vellosidades sinoviales, grasa intracapsular, ligamentos, meniscos y eventuales efusiones) contenidos entre los platos óseos subcondrales de los huesos opuestos involucrados en la articulación
- Pueden afectar una (Ej. Osteoartrosis o trauma) o varias articulaciones (Ej. Artritis hematogena infecciosa de potrillos)
- El primer cambio radiográfico que encontramos en la enfermedad articular es la **pérdida del ancho del espacio articular**, a veces más evidente en un lado (Ej. Medial o Lateral) que en otro
- Al inicio de una “Artritis Infecciosa”, algunas veces la efusión intraarticular causa un aumento del ancho en el espacio articular. En general puede aparecer efusión e inflamación del tejido blando que rodea la articulación
- Mientras en estados tardíos de “Enfermedad Degenerativa” ocurre destrucción del cartilago articular y el espacio se hace más reducido, perdiéndose el paralelismo de los bordes articulares
- Se evidencian cambios en el hueso subcondral como se evidencia durante Artroscopía. Pueden aparecer osteofitos en los bordes articulares y esquirlas (“chips” o “ratones”) sueltos en la cavidad.

SECCIÓN V - OTROS



Glosario

Equipo y Técnica Radiológica

Colimador: mecanismo empleado para restringir el campo cubierto por el haz de rayos X al tamaño del cassette que usamos, tratando de enfocarlos hacia el objetivo a examinar para disminuir la dispersión de los mismos

Contraste en una imagen: se refiere al grado de definición entre las diferentes estructuras adyacentes, de diferentes radio-opacidades, que resultan en la imagen radiológica.

Técnica de doble contraste: consiste en emplear un medio de contraste positivo y otro negativo (Ej. Aire y Bario).

Definición de la imagen: claridad con la cual se ven los detalles de las diferentes estructuras anatómicas radiografiadas.

Efecto de “borde”: es una línea radiolúcida que se crea en la placa radiográfica de un hueso como consecuencia del borde sobrepuesto de otro hueso cercano atravesado por el haz de rayos X.

Nivel hidro-aéreo: línea de separación entre una zona radioopaca (fluido) y otra radiolúcida (normalmente aire)

Miliamperaje (mA): es el número de rayos X producidos en un determinado disparo

Kilovoltaje (Kv): determina la calidad (energía) de los rayos X, es decir su penetración. El rango de Kilovoltaje en un equipo usado para radiografiar extremidades de equinos anda entre los 70-90 Kv. Se dice que un aumento del 10% en el Kv dobla la exposición a la radiación

Kilovoltaje pico (Kvp): se puede definir como el Kilovoltaje máximo o “pico de voltaje” y se mide en Kilovoltios. Ej. Cuando se utiliza el Kvp 90 esto significa que el voltaje máximo de la corriente es de 90.000 voltios.

Radiopacidad (Radiodensidad): grado de “blancura” (Ej. Hueso) de la zona radiografiada. Ocurre cuando ninguna radiación penetra el objeto o tejido (Ver Fig. 2)

Radiolucidez (Radiotransparencia): grado de “negrura” (Ej. Gas) de la zona radiografiada. Ocurre cuando toda la radiación atraviesa el objeto o tejido (Ver Fig. 2)

Radiación Primaria: es la radiación que incide sobre el tejido enfocado o la que sigue sin alteraciones después de atravesarlo

Estructuras Anatómicas y Términos Relacionados

Angulo palmar: se refiere al ángulo del margen palmar o plantar de la tercera falange relativo a la superficie del suelo. Esto puede medirse relativo a (1) la parte externa de la suela del casco o (2) El suelo en sí.

Densidad tisular: se refiere al peso de un tejido por unidad de volumen

Diáfisis: es la zona ubicada en la parte central de un hueso largo formando su parte alargada y se ubica entre las epífisis de ambos extremos. Contiene a la cavidad medular.

Epífisis: las dos epífisis se ubican en los extremos (proximal y distal) de los huesos largos, también contienen médula ósea y está separada de la diáfisis por una región llamada metáfisis. Tiene cartílago articular.

Metáfisis: es una zona intermedia de los huesos largos que une las diáfisis con las epífisis. En el animal joven esta zona incluye al cartílago de crecimiento mediante el cual el hueso crece en forma longitudinal y al envejecer se convierte en la línea epifisiaria visible a veces en la radiografía

Cavidad medular: es un espacio cilíndrico, radioluciente, situado en la parte central de la diáfisis y que contiene médula ósea.

Cartílago articular: es una fina capa de cartílago hialino (bastante radiotransparente) que recubre la epífisis donde el hueso se articula con otro hueso, reduciendo la fricción y ayudando con la absorción del impacto

Físis: sinónimo de cartílago de crecimiento o placas de crecimiento.

Periostio: es el tejido que recubre externamente al hueso, excepto en las áreas tapizadas por cartílago articular. Tiene dos capas: la externa fibrosa de tejido denso irregular que constituye el punto de inserción de ligamentos y tendones además de la capa interna (osteogénica o “de recambio”) con una población importante de células madre.

Endostio: es el tejido que reviste las superficies internas de la cavidad medular de un hueso.

Hallazgos Patológicos

Fractura: es la ruptura total o parcial de un hueso producida por diversas causas

Fisura: es una fractura simple que implica una sola línea de fractura que atraviesa un hueso

Sobrehueso: es un crecimiento benigno que se origina desde una superficie ósea. También llamado exostosis (“Splints” en idioma Inglés).

Callo óseo: es el depósito óseo formado, entre y alrededor de los extremos rotos del hueso fracturado, durante su osificación reparadora. Es la secuela reparadora de una fractura.

Osteofito: es una proliferación anormal e irregular de tejido óseo en la zona próxima a una articulación. Pequeña zona de hueso nuevo.

Entesofito: es la formación de hueso nuevo en las zonas de inserción (entesis) de ligamentos, tendones o cápsula articular

Esclerosis: se refiere a un incremento de la opacidad (radiodensidad) en un área determinada del hueso

Cifosis: flexión anormal de la espina toracolumbar en el plano sagital que hace que el dorso aparezca más convexo de lo normal.

Escoliosis: aparece como una curvatura laterolateral de la columna vertebral toraco-lumbar.

Lordosis: es una extensión anormal de la espina toracolumbar en el plano sagital (“lomo cóncavo” o “pando”)

Fístula: es una conexión anormal entre dos partes internas del cuerpo. Ejs. Entre esófago y tráquea o entre recto y vagina.

Tracto fistuloso: también llamado trayecto fistuloso. Se origina en un órgano interno y finaliza en el orificio fistuloso externo (“cloaca”) en piel.

Laminitis: es la inflamación de las láminas sensibles del casco equino, pudiendo terminar en la separación entre la pared del casco y la tercera falange (P3). Radiológicamente se nota pérdida del paralelismo normal entre casco y P3, causando “rotación de la tercera falange”.

Luxación: desplazamiento total de una articulación fuera de su eje longitudinal (articular)

Subluxación: desplazamiento parcial de una articulación fuera de su eje longitudinal

Calcificación distrófica: es la mineralización (depósito sales de Calcio) de un tejido blando en una zona donde ocurrió necrosis

Osteítis: proceso que involucra al periosteo y a la parte externa de la corteza ósea. Se llama también “Osteoperiostitis”

Osteoartritis (OA): es un sinónimo para enfermedad degenerativa en la articulación

Osteocondrosis (OC): Es un desarrollo anormal de cartílagos y huesos (discondroplasia) debido a una falla en la osificación endocondral que puede afectar el hueso subcondral y el cartílago de la articulación o el de la placa de crecimiento. Algunos hallazgos radiográficos pueden ser: aplanamiento (“flattening”) del hueso subcondral causando aplanamiento en el área correspondiente del cartílago articular, lisis de huesos subcondral, fragmentos de hueso subcondral (dissecans) y lesiones quísticas secundarias.

Osteocondritis Disecante (OCD): cuando OC libera fragmentos de cartílago y hueso subcondral que caen a la cavidad articular (ver “ratones articulares”) siendo visibles a los rayos X y produciendo inflamación con posterior artritis si no se extraen con artroscopía.

Osteodistrofia Fibrosa (OF): es un hiperparatiroidismo secundario de origen nutricional, también conocido Enfermedad del Salvado, Enfermedad del Molinero (“Miller’s Disease” en idioma Inglés), Enfermedad de la Cabeza Grande o “Carona”. Es un desorden metabólico que ocurre en el equino como resultado de una liberación excesiva y prolongada de la Paratohormona debido a un desbalance en la relación normal del Ca:P nutricional

Osteomalacia: se refiere a pérdida de masa ósea debido a deficiente mineralización. Es un reblandecimiento de los huesos que se presenta a menudo debido a una falta de Vitamina D, la cual le ayuda al cuerpo a absorber el calcio. El cuerpo necesita el calcio para mantener la fuerza y dureza de los huesos.

Osteoporosis: pérdida de masa ósea debido a desequilibrios entre la reabsorción y la formación. Hay una reducción en la densidad mineral de la matriz ósea por lo que el hueso se describe como “poroso, liviano, frágil y propenso a fracturas”

Osteomielitis: es la infección de un hueso con cavidad medular involucrada, adonde los gérmenes causantes pueden haber llegado por vía hematogena, extenderse de un tejido cercano (Ej. Secuestro óseo) o ser de origen iatrogénico (Ej. Luego de fijación interna de fractura con placas y tornillos). Desde el punto de vista radiográfico se observa una pérdida en la densidad ósea debido a reducción local de las sales de Calcio normalmente contenidas en el hueso.

Osteopenia: es la disminución en la radiopacidad (radiodensidad) de un hueso debido a patologías como osteoporosis u osteomalacia donde ocurre disminución del mineral de los huesos. Este término se usa cuando la densidad mineral de la matriz ósea es reducida pero no ocurren fracturas de hueso espontáneas. Puede ocurrir por desuso cuando el animal ha pasado largas temporadas sin ejercicio debido a renqueas crónicas, neuropatías, inmovilizaciones prolongadas por fracturas accidentales o secundaria a fijación interna de dichas fracturas. Las radiografías muestran pérdida de la densidad cortical y aumento de radiolucencia. Los sesamoides son a menudo los primeros de mostrar los signos radiográficos.

“Ratón” articular: fragmento óseo o cartilaginoso, a veces mineralizado, alojado en una cavidad articular

Secuestro: fragmento necrótico de hueso, que aparece en la radiografía más radioluciente que el hueso circundante y ocasionalmente se asocia con un tracto fistuloso.

Referencias

- American College of Veterinary Radiology. 2019. Teleradiology Guidelines. <http://www.acvr.org/page/teleradiology-guidelines> (Accesado: 9 Julio 2020).
- Arthur, E. & Rucker A. 2003. The use of digital venography for assessment of perfusion deficits in chronic laminitis *in* Proceedings International Conference on Laminitis and Diseases of the Foot. 2:319
- Barrett, E.L., Talbot, A.M., Driver, A.J., Barr, F.J. & Barr, A.R.S. 2016. A technique for pelvic radiography in the standing horse. *Equine Vet. J.* 38(3): 266-270. doi: 10.2746/042516406776866435
- Barrett, M. & Acutt E. 2020. Radiography. In: Adams and Stashak's Lameness in Horses, 7th Edition. Gary Baxter Ed. Wiley-Blackwell, New Jersey. p. 189-299
- Beccati, F. 2016. Technical innovation in equine radiology: what's changed? *Vet. Rec.* 178(21): 528-530. doi: 10.1136/vr.i2740.
- Butler, J.A., Colles, C.M., Dyson, S.J., Kold, S.E. & Poulos, P.W. 2003. *Clinical Radiology of the Horse*, 2nd Edition. Blackwell Science, Oxford. p. 14-26, 58-60, 327-384.
- Butler, J.A., Colles, C.M., Dyson, S.J., Kold, S.E. & Poulos, P.W. 2017. *Clinical Radiology of the Horse*, 4th Edition. John Wiley & Sons, Ames.
- Christianson, D.E. & Reinertson, E.L. 1984. Navicular disease: New developments with an old dilemma. *Iowa State University Veterinarian* 46(1): 23-32.
- Curry, T.I., Dowdey, J.E., Murry, R.E. 1990. *Christensen's Physics for Diagnostic Radiology*, 4th Edition. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia.
- Dik, K.J. & I. Gunsser. 2002. *Atlas of Diagnostic Radiology of the Horse. Diseases of the front and hind limbs.* Second Edition. Schütersche, Hannover
- Doherty, T. & Valverde A. 2006. *Manual of Equine Anesthesia & Analgesia*, 1st Edition, Blackwell Publishing, Oxford
- Douglas, S.W. & Williamson, H.D. 1970. *Veterinary Radiological Interpretation* (Heinemann Veterinary Books). Heinemann Educational Books, London.
- Douglas, S.W. & Williamson, H.D. 1975. *Principles of Veterinary Radiography*. Bailliere Tindall, London.
- Drost, W.T., Reese, D.J., Hornof, W.J. 2008. Digital radiography artifacts. *Vet. Radiol. Ultrasoun.* 49(1): S48-S56. doi: 10.1111/j.1740-8261.2007.00334.x

- Fackelman, G.E., Bramlage, L., Auer, J.A. & Nunamaker, D.M. 2000. AO principles of equine osteosynthesis. Thieme, Stuttgart, New York.
- Floyd, A.E. & Mansmann, R. 2007. Equine Podriaty, 1st Edition. Saunders Elsevier, St. Louis, Missouri.
- Getty, R. 1975. Sisson and Grossman's The Anatomy of the Domestic Animals Volume 1, Fifth Edition. W.B. Saunders Company, Philadelphia
- Guedes, A. 2013. How to Maximize Standing Chemical Restraint. AAEP Proceedings 59:461-463
- Henson, F.M.D (ed.). 2009. Equine Back Pathology: Diagnosis and Treatment, 1st Edition. Wiley-Blackwell, Oxford. p. 3-15, 79-93.
- Hubbell, J.A.E. 2009. Practical standing chemical restraint of the horse. AAEP Proceedings 55: 2-6.
- Kaser-Hotz, B. & Ueltschi, G. 1992. Radiographic appearance of the navicular bone in sound horses. Vet. Radiol. Ultrasoun. 33(1): 9-17. doi: 10.1111/j.1740-8261.1992.tb01949.x
- Kaser-Hotz, B. & Gottlieb, U. 2006. Diagnostic Medical Imaging. In: Auer, J.A. & Stick, J.A. Equine Surgery, 3rd Edition. Saunders, Philadelphia. p. 922-945.
- Kelleher, M.E., Puchalski, S.M., Drake, C. & le Jeune, S.S. 2014. Use of digital abdominal radiography for the diagnosis of enterolithiasis in equids: 238 cases (2008-2011).
J.Am. Vet. Med. Assoc. 245(1): 126-129. doi: 10.2460/javma.245.1.126
- König, H.E. & Liebich, H.G. 2005. Anatomía de los Animales Domésticos. Aparato Locomotor. Tomo 1, 2ª Edición, Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires
- Little, D. 2007. The digital age and radiology of the foot. In: Floyd, A. & Mansmann, R. (Eds.). Equine Podiatry, 1st Edition. Saunders, St Louis, Missouri. p.152-158.
- McIlwraith, C.W., Wright, I. & Nixon, A. 2014. Diagnostic and Surgical Arthroscopy of the Horse, 4th Edition. Mosby Ltd., Edinburg, UK.
- McIlwraith, C.W., Frisbie D.D., Cawka, C.E., van Weeren, P.R. 2016. Joint Disease in the Horse. 2nd Edition. Saunders Elsevier, Philadelphia. <https://doi.org/10.1016/C2012-0-00759-4>
- Morgan, J.P. 1972. Radiology in Veterinary Orthopedics. Lea & Febiger, Phil.
- Nelson, N.C., Zekas, L.J. & Reese, D.J. 2012. Digital radiography for the equine practitioner: basic principles and recent advances. Vet. Clin. North. Am. Equine Pract. 28(3): 483-495. doi: 10.1016/j.cveq.2012.08.003.

- Park, R.D. 2002. Radiography. In: Stashak, T.S. *Adam's Lameness in Horses*, 5th Edition. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia. p. 185-312.
- Pollitt, C.C. 1995. *Color atlas of the horse foot*. Mosby-Wolfe, London. p. 159-187.
- Redden, R.F. 2001. A technique for performing digital venography in the standing horse. *Equine Vet. Educ.* 13(3): 128-134. doi: 10.1111/j.2042-3292.2001.tb00077.x
- Redden, R.F. 2002. *Equine Podiatry: Monograph Series, Radiography of the equine foot, Techniques for enhancing the quality of your films*. Nanric Inc., Kentucky. p. 1-25.
- Redden, R.F. 2003. Clinical and radiographic examination of the equine foot. *AAEP Proceedings* 49: 169-185.
- Redden, R.F. 2007. Radiographic views of most value to farriers. In: Floyd, A.E. & Mansmann, R (Eds.). *Equine Podiatry*, 1st Edition. Saunders, St. Louis, Missouri. p. 199-204.
- Richard, E & Alexander, K. 2007. Nonconventional radiographic projections in the equine orthopaedic examination. *Equine vet. Educ.* 19(10): 551-559 <https://doi.org/10.2746/095777307X246283>.
- Roberts, G.D. & Graham, J.P. 2001. Computed radiography. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 17(1): 47-61. doi: 10.1016/s0749-0739(17)30074-3.
- Rucker, A., Redden R.F., Arthur E.G. et al. 2006. How to perform the digital venogram. *AAEP Proceedings*, *AAEP Proceedings* 52: 526-538.
- Rucker, A. 2007. The digital venogram. In: Floyd, A. & Mansmann, R. (Eds.). *Equine Podiatry*, 1st Edition. Saunders, St Louis, Missouri. p. 328-346.
- Rucker, A. 2011. How Venograms Can guide shoe selection for laminitic horses. <https://www.americanfarriers.com/articles/2662-how-venograms-can-guide-shoe-selection-for-laminitic-horses> - Accesado: 02/ Agosto/2020.
- Schramme, M.C. Radiography and Radiology of the Foot. In: Floyd, A. & Mansmann, R. (Eds.). *Equine Podiatry*, 1st Edition. Saunders, St Louis, Missouri. p. 141-151.
- Smallwood, J.E., Shively, M.J., Rendano, V.T. et al. 1985. A standardized nomenclature for radiographic projections used in Veterinary Medicine. *VetRadiol.* 26(1): 2-9. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.1985.tb01105>.

Nota: Este reporte representa las recomendaciones aprobadas en Noviembre de 1983 por el Comité de Nomenclatura del Colegio Americano de Radiología Veterinario (ACVR), dirigido por el Dr. Rendano.

- Stick, J.A. & Prange, T. 2019. Diagnostic Imaging. In: Auer, J. & Stick, J. Equine Surgery, 5th Edition. Elsevier, St Louis. p. 1156-1219.
- Thrall, D.E. 1998. Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology, 3rd Edition. W.B. Saunders, Philadelphia.
- Thrall, D.E. 2013. Introduction to radiographic interpretation. In: Thrall, D.E. (ed.). Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology, 6th Edition. Elsevier, St. Louis, Missouri. p. 74-86.
- Wallack, S. 2008. Digital image storage. *Vet. Radiol. Ultrasoun.* 49(1): S37-S41. doi: 10.1111/j.1740-8261.2007.00332.x
- Weaver, M.P., Jeffcott, L.B. & Nowak, M. 1999. Back problems: radiology and scintigraphy. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 15(1): 113-129. doi: 10.1016/s0749-0739(17)30168-2.
- Weaver, M. & Barakzai, S. 2009. Handbook of Equine Radiography, 1st Edition. Saunders, Philadelphia.
- Werpy, N.M., Barrett, M.C. & Turner, A.S. 2012. Advances in Equine Imaging. *Vet. Clin. N. Am-Equine.* 28 (3): 467-692.
- Williams, G.E. 2001. Locomotor characteristics of horses with navicular disease. *Am. J. Vet. Res.* 62(2): 206-210. doi: 10.2460/ajvr.2001.62.206.
- Wright, I.M. 1993. A study of 118 cases of navicular disease: clinical features. *Equine Vet. J.* 25(6): 488-492. doi: 10.1111/j.2042-3306.1993.tb02999.x.

Tablas

Tabla 1- Técnicas de referencia

Product Manual: PXP-40HF

Poskom Co., Ltd.

13. EQUINE CHART

66 cm (26 Inch) Distance

400 Speed Rare Earth Film / Screen

[Table 3. Equine Chart]

ANATOMY	VIEW	High Contrast		Mid-Contrast	
		kV	mAs	kV	mAs
NAVICULAR	AP	66	1.2	72	0.8
	LAT	66	1.0	72	0.6
	P3	62	0.8	-	-
FETLOCK	AP	66	1.2	72	0.8
	LAT	66	1.0	72	0.6
KNEE	AP/FLEX	66	1.2	72	0.8
	LAT/OBI	66	1.0	72	0.6
SPLINT BONE	LAT	58	0.8	68	0.6
HOCK	AP/HIGH	66	1.6	72	1.0
	AP/LOW	66	1.2	72	0.8
	LAT	66	1.0	72	0.6
STIFLE	LAT	-	-	78	2.0
	PA	-	-	78	4.0
ELBOW	AP	-	-	78	2.0
	OTHER	-	-	78	1.2
ALTERNATIVE TECHNIQUES					
STIFLE	LAT	45 cm distance		78	1.2
	PA	45 cm distance		78	2.5
NAVICULAR	AP	65 cm distance		68	2.5
	LAT	65 cm distance		68	2.0
CHEST	FOAL	85 cm distance		90	0.8
	300LBS	85 cm distance		100	1.2
	500LBS	85 cm distance		100	4.0
SINUS	LAT	85 cm distance		88	1.2
SHOULDER	LAT	75 cm distance		86	3.2
	OBI	75 cm distance		86	4.0

Tabla 2 - Lista de abreviaciones usadas y algunos consejos para describir las proyecciones radiográficas no convencionales (basado en Smallwood et al, 1985)

Abreviación	Dirección del rayo
O	Oblique
Fl	Flexed
Cr	Cranial
Cd	Caudal
M	Medial
L	Lateral
P	Proximal
Di	Distal
D	Dorsal
Pa	Palmar
Pl	Plantar

NOTAS.

- Los términos “craneal” y “caudal” se usan cuando la proyección se localiza proximal al carpo o tarso. “Dorsal”, “palmar” y “plantar” aplican a puntos anatómicos localizados distal al carpo o tarso y son los términos correctos a usar, opuesto a los términos “anterior” y “posterior” (Smallwood et al. 1985).
- Una proyección radiográfica se describe nombrando inicialmente el punto de entrada al paciente del haz primario de rayos X, seguido por su punto de salida respecto al paciente (Ej. dorso-palmar = D-Pa).
- El término “oblicuo” (O) se agrega al final del nombre de la proyección cuando el rayo no pasa a través del cuerpo del paciente en forma paralela a uno de los 3 ejes direccionales mayores: 1) Lateral-medial, 2) Dorsal-ventral/palmar/plantar y 3) Cranial-caudal.
- La descripción de una proyección oblicua es una combinación de varios términos direccionales con la idea de localizar la posición del haz de rayos X relativo al caballo (Ej. dorsoproximal-palmarodistal oblicua = DPr-PaDiO).
- Para especificar el grado de oblicuidad, este ángulo se pone inmediatamente antes del haz con que está asociado (Ej. Dorso 10° próximo-palmarodistal oblicuo = D10Pr-PaDiO).
- Consideraciones generales: posiciones no naturales (Ej. Flexión obligada) se requieren para algunas de las proyecciones usadas. Esto puede ser difícil en caballos con dolor articular o con rango de movimiento limitado. En algunos casos, anestesia loco-regional o intraarticular puede aliviar las molestias asociadas con el posicionamiento radiográfico requerido.

UNA
UNIVERSIDAD
NACIONAL
COSTA RICA