

La radiología veterinaria en el último quinquenio: una mirada holística hacia la era digital, desde los fundamentos de la radiología convencional, estudio realizado en el departamento de Antioquia

Luis Fernando González Ávila

Karla Cristina Gutiérrez Rodríguez

Juan Camilo Cortes Tobón

Universidad Nacional Abierta y a Distancia -UNAD

Escuela de Ciencias de la Salud – ECISALUD

Programa Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnósticas

Medellín

2022

La radiología veterinaria en el último quinquenio: una mirada holística hacia la era digital, desde los fundamentos de la radiología convencional, estudio realizado en el departamento de Antioquia

Luis Fernando González Ávila

KarlaCristina Gutiérrez Rodríguez

Juan Camilo Cortes Tobón

Director:

John Alexander Calderón Restrepo

Universidad Nacional Abierta y a Distancia -UNAD

Escuela de Ciencias de la Salud – ECISALUD

Programa Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnósticas

Medellín

2022

Agradecimientos

En el final de esta etapa de formación, quiero agradecer enormemente a Dios y mi familia, la cual con su apoyo incondicional permitió la realización de este proyecto de grado. A mis profesores por todos los conocimientos brindados y por la paciencia en este largo proceso y en especial, por su compromiso y apoyo brindado para la culminación de esta meta. Al profesor John Calderón por tener la iniciativa y por crecer en el proyecto. A mi futuro colegas de profesión, por la confianza que han depositado en nosotros en tantas ocasiones. Y un agradecimiento final a todos los lectores de este trabajo. Por dedicar tiempo a su lectura.

Luis Fernando González Ávila.

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por permitirme culminar este maravilloso proyecto, a mi familia por la paciencia y el apoyo incondicional. A los docentes por transmitirme el conocimiento necesario que me ayudará a afrontar nuevos caminos, en especial a nuestro tutor John Calderón por su dedicación y correcciones. A mis compañeros Camilo y Luis, que se convirtieron en mis amigos y cómplices.

Karla Cristina Gutiérrez Rodríguez.

“Cuando la gratitud es tan absoluta las palabras sobran” Álvaro Mutis. Ha sido un placer llevar a cabo este proyecto de investigación de la mano de mis compañeros Luis y Karla quienes son dedicados y esmerados por hacer las cosas bien. Es inimaginable la cantidad de conocimiento adquirido y la sensación de orgullo de poder aportar nuestro pequeño granito de arena en la construcción del conocimiento dentro de la radiología; Esto no hubiese sido posible tampoco sin el acompañamiento de nuestro tutor John Calderón quien siempre nos motivó y guio por este camino.

Juan Camilo Cortes Tobón.

Resumen analítico especializado – RAE

Título	La Radiología Veterinaria en el último quinquenio: Una mirada holística hacia la era digital, desde los fundamentos de la Radiología Convencional, estudio realizado en el departamento de Antioquia.
Modalidad de trabajo	Proyecto aplicado
Línea de investigación	Biotechnología Salud Humana
Núcleo problemático	Pertinencia de la investigación formativa en la contribución científica de la imagenología veterinaria para el desarrollo integral de la población canina y felina de las instituciones prestadoras de servicios académicos y asistenciales de la especialidad en medicina veterinaria.
Autores	Luis Fernando González Ávila Karla Cristina Gutiérrez Rodríguez Juan Camilo Cortes Tobón
Institución	Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Fecha	24 de Noviembre del 2022
Palabras claves	Imagenología, Imagenología Veterinaria, Radiología Convencional, Radiología Digital, Veterinaria.
Descripción	En este documento encontrará valiosa información que le será de utilidad con relación al estudio de la medicina veterinaria, enfocado principalmente al área imagenológica, con contenido que alberga las primeras nociones básicas, conceptos, historia e incluso un manual práctico de los estudios que suelen realizarse en esta especialidad de las ciencias médicas; con imágenes que facilitarán la introyección de los conceptos.
Fuentes	<ul style="list-style-type: none"> Benavides, C. González, L. (2015). <i>Estudio retrospectivo de los hallazgos clínicos diagnosticados con ayuda de radiología digital según las historias clínicas de los años 2010 a 2015 en la clínica veterinaria Dover de Bogotá.</i> https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1243&context=medicina_veterinaria Buitrago, J. (2021). <i>Frecuencia de Alteraciones Radiológicas en Mascotas Del Valle de Aburrá.</i> http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/handle/10567/3118 Rojas, C. (2019). <i>Informe de práctica profesional, social y empresarial sobre estudio preliminar para la implementación de una sala de radiología en una clínica veterinaria de pequeños animales.</i> https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/15689
Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> Comienzos de la Radiología: historia sobre los primeros equipos radiológicos y la incorporación de la radiología convencional La era digital: radiología digital directa e indirecta. Estudios contrastados mediante fluoroscopia en pequeños animales Tomografía Computada y Resonancia Magnética: historia y aplicaciones en medicina veterinaria Radiología veterinaria: nomenclatura radiográfica, calidad de la imagen, protección radiológica, atlas y posicionamiento radiológico.
Metodología	El proyecto aplicado estará guiado en relación con el estudio de campo y observación; permitiendo la realización de un formato guía para conocer los estudios realizados en radiología veterinaria y cómo en los últimos años ha logrado evolucionar la radiología convencional a la era digital, dentro de la práctica clínica de pequeños animales.
Conclusiones	La radiología convencional ha sido desplazada en gran medida por la radiología digital y con ella el auge de TC y RM; Permitiendo así imágenes de mayor calidad para un diagnóstico más certero de las diferentes patologías presentes en los pequeños animales. Avanzando acorde a la tecnología permitiendo que ésta cada vez sea más segura, rápida y eficaz.

	<p>Es necesario que las clínicas veterinarias en Antioquia incluyan en sus servicios de imágenes diagnósticas la tecnología de Radiología Digital, con lo cual no solo prestarán un mejor servicio, sino que también mejoraran su rentabilidad.</p> <p>Nuestro grupo de investigación pretende contribuir al conocimiento de los profesionales en el área de imágenes diagnósticas y medicina veterinaria, reconociendo la importancia de capacitación continua tanto de profesionales como estudiantes.</p>
Referencias bibliografica	<p>Arcila Quiceno, V. H., Ruíz Saénz, J., & Ruiz Buitrago, J. D. (2019). Protección radiológica en prácticas veterinarias. https://repository.ces.edu.co/handle/10946/5257</p> <p>Cahua, J. Díaz, D. (2009). <i>Diagnóstico de cuerpos extraños gastrointestinales en caninos mediante ecografía y radiología</i>. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172009000100009&script=sci_arttext</p> <p>Carlyle, S (2018). <i>Manual de radiología para técnicos. Física, biología y protección radiológica</i>. Elsevier.</p> <p>COULSON, A., LEWIS, N. An atlas of interpretative radiographic anatomy of the dog and cat 2ª ed. Blackwell publishing, Oxford, 2008.</p> <p>González, C. F. M., & Díaz, M. C. (2016). La radiología digital: adquisición de imágenes. <i>Informática y Salud</i>, 33-40. http://www.conganat.org/SEIS/is/is45/IS45_33.pdf</p> <p>Guerrero, L. H. U., Deossa, M. A. T., & Guerrero, J. A. D. LA PRIMERA RADIOGRAFÍA TOMADA EN COLOMBIA. http://contenido.acronline.org/Publicaciones/RCR/RCR27-4/09_Radiografia.pdf</p>

Resumen

El 8 de noviembre del año de 1895, el físico Alemán Wilhem Conrad Roentgen observa por primera vez la emisión de radiación a partir de un tubo de descarga cubierto por cartón opaco, en una pantalla de papel cubierto con platicianuro de bario la cual, al ser impactada por radiación electromagnética, emite fluorescencia. W.C. Roentgen, realiza una primera comunicación de su descubrimiento en las actas de las sesiones de la sociedad física médica de Würzburg publicado el 28 de diciembre de este año, en que describe las experiencias efectuadas e indica la capacidad de estos rayos para atravesar cuerpos opacos a la luz visible como el papel, aluminio, madera, caucho vulcanizado, su propia mano, agua, etc. A su vez da a conocer varios compuestos capaces de producir fluorescencia al ser estimulados por rayos X.

La Radiología Veterinaria inicia su desarrollo en el siglo XIX, destacándose la actividad de quien se considera Padre de la Radiología Veterinaria, Dr. Richard Eberlein de Alemania, si es cierto que este desarrollo se verifica a través de la publicación de diversos artículos y textos, hubo que esperar el término la Segunda Guerra Mundial para constatar una verdadera expansión e intensificación en el estudio, investigación y utilización de esta técnica a nivel mundial.

La incorporación de una tecnología, de modalidad convencional a digital debe ir acompañada de un sistema de enseñanza-aprendizaje, que permita obtener la mayor eficiencia de dicha tecnología, es por eso por lo que el caso específico del empleo de radiación ionizante con fines diagnósticos adquiere mayor validez porque este recurso representa un riesgo para la salud del hombre y los animales el cual aumenta significativamente cuando esta tecnología se usa en forma inapropiada.

Al igual que en medicina humana, el servicio diagnóstico por imágenes en veterinaria también es llevado a cabo por el técnico, tecnólogo o medico radiólogo.

Palabras Clave: Veterinaria. Imagenología. Imagenología Veterinaria. Radiología digital. Radiología Convencional.

Abstract

On November 8th, 1895, the German physicist, Wilhelm Conrad Roentgen, observed for the first time the radiation emission from a discharging tube covered by opaque cardboard, on a paper screen covered with berium platycyanide which when impacted by electromagnetic radiation, emits fluorescence brightness. W.C. Roentgen makes his first report on his discovery at the acts of sessions from the Würzburg physics medicine society published on December 28th of this current year. On which it is described the conducted experiments that indicate the capacity of such rays to go through opaque bodies in visible light, such as paper, aluminum, wood, vulcanized rubber, human hands, water, etc. At the same time, it allows for various compounds that are capable of producing fluorescence brightness when stimulated by X-rays.

Veterinary Radiology starts its development in century XIX, standing out in the activity of who is considered the father of veterinary radiology, German, Dr. Richard Eberlein. This development is indeed verified by the publication of diverse articles and texts. However, it was not until the end of World War II that a proper expansion and intensification occurred regarding the study, investigation, and utilization of this technique globally.

The incorporation of technology, conventional modality to digital must be in the company of a teaching-learning system, which allows for the major efficiency of such technology. Therefore, in the specific case of employment in diagnostic ionizing radiation with penalties, acquires significant validity because this resource represents a risk for human and animal health, which increases significantly when this technology is used inappropriately.

Just like in human medicine, the diagnostic service of images in veterinary is also conducted by a technician, a technologist, or a radiology doctor.

Key words: Vet., Imaging, Veterinary Imaging, Digital Radiology, Conventional Radiology.

Contenido

Agradecimientos	3
Resumen analítico especializado – RAE	4
Lista de tablas	15
Lista de figuras y gráficos.....	16
Tema de proyecto aplicado	24
Resumen.....	25
Palabras Clave.....	27
Abstract	27
Key words	29
Introducción	30
Planteamiento del problema.....	32
Justificación	35
Objetivos.....	38
Objetivo General.....	38
Objetivos Específicos.....	38
Marco teórico y conceptual.....	39
¿Qué son los rayos x?	39
Comienzos De La Radiología	43
Primeros equipos radiográficos.....	45

	10
Radiología convencional.....	48
Proceso de revelado en cuarto oscuro.....	49
La Era Digital.....	53
El inicio de una era digital	53
Radiología digital indirecta (IR o CR).....	54
Equipo necesarios para CR.....	54
Radiología digital directa (DR).....	55
Equipo necesarios para CR.....	55
Sistemas basados en sensores (CCD)	56
Una mirada a otras tecnologías.....	56
Estudios Contrastados en Pequeños Animales	59
Tránsito intestinal.....	60
Preparación del paciente	60
Insumos.....	60
Contraindicaciones.....	61
Proyecciones	61
Colon por enema.....	61
Indicaciones	61
Contraindicaciones.....	61
Preparación de Paciente	62

	11
Medios de contrastes.....	62
Técnicas	62
Técnica de doble contraste.....	62
Indicaciones	62
Contraindicaciones.....	63
Preparación del paciente	63
Insumos	63
Medio de contraste	63
Técnicas para gastrografía de doble contraste	63
Urografía excretora	64
Indicaciones	64
Contraindicaciones.....	64
Preparación del paciente	64
Insumos	64
Medios de contraste	65
Técnicas radiográficas para urografía excretora	65
Existen tres técnicas diferentes que son.....	65
Cistografía.....	66
Indicaciones	66
Contraindicaciones.....	66

	12
Preparación del paciente	66
Insumos	66
Técnica	66
Mielografía y epidugrafía	67
Indicaciones	67
Preparación del paciente	67
Insumos	67
Medio de contraste	68
Técnicas	68
Artrografía.....	68
Indicaciones	68
Contraindicaciones.....	69
Preparación del paciente	69
Técnica	69
Un mundo más novedoso.....	69
TC (Tomografía Computada)	69
La Tomografía en Medicina Veterinaria.....	72
RM (Resonancia Magnética)	74
La resonancia magnética en la medicina veterinaria	75
Aplicaciones de la RM en la medicina veterinaria	77

	13
Cabeza.....	78
Orbita	78
Cavidad nasal	78
Oído.....	79
Sistema nervioso central (SNC): Patología intracraneal.....	79
Neoplasias	79
Lesiones vasculares.....	80
Lesiones Inflammatorias	81
Malformaciones	82
Sistema nervioso central	82
Columna.....	82
Patología discal	82
Neoplasias Espinales.....	83
Lesiones vasculares.....	83
Traumatismos.....	83
Sistema musculoesquelético	84
Estudio de rodilla	85
Cuello.....	86
Tórax, abdomen y pelvis.....	86
Almacenamientos y transmisión de las imágenes.....	87

	14
PACS (Picture Archiving and Communications System)	87
RIS (Radiology Information System)	88
Integración PACS-RIS	88
Radiología Veterinaria	89
Un poco de su historia	89
Inicios de la Radiología Veterinaria en el Departamento de Antioquia	93
Radiología En Medicina Veterinaria	95
Radiología Digital vs. Radiología Convencional en medicina veterinaria	95
Radiología Digital	95
Radiología Convencional	95
Ventajas	95
Desventajas	95
Limitaciones que presenta la Radiología digital	97
Nomenclatura Radiográfica	97.
Dorsal	98
Proximal	98
Distal	98
Plano sagital	98
Medial	98
Lateral	99

	15
Nomenclaturas de tomas radiográficas	100
¿Cómo ajustar la técnica radiográfica de un equipo?	101
Radiopacidad.....	102
Calidad De Imágenes Radiográficas	103
Tamaño del punto focal	103
Distancia de enfoque de la película.....	104
Colimación.....	104
Distorsión	105
Alineación	105
Protección radiológica	105
Identificación de imágenes	107
Marcador metálico o magnificador	108
¿Cómo identificar la imagen radiográfica?	109
Marco legal	111
Metodología	115
Línea de investigación Biotecnología en Salud Humana	115
Diseño	116
Enfoque.....	116
Nivel.....	116
Corte.....	116

	16
Muestra	116
Técnica	116
Consideraciones éticas	117
Discusión.....	118
Resultados	119
Conclusiones	120
Apéndice 1	121
Atlas Radiológico Veterinario de Pequeñas Especies.	121
Posiciones Radiográficas	121
Columna vertebral.....	130
Columna cervical	130
Columna torácica	132
Columna lumbar vs lumbosacra.....	134
Pelvis.....	136
Tórax	140
Abdomen.....	143
Miembros torácicos.....	145
Miembros pélvicos.....	159
Laminario	168
Imágenes Radiográficas Veterinarias Digitales	168
Imágenes Radiográficas Veterinarias Convencionales.....	170

	17
Consideraciones finales	171
Apéndice 2	174
Carta de autorización para la búsqueda y uso de datos institucionales.....	174
Referencias bibliográficas.....	175

Lista de tablas

Tabla 1. Tiempos de procesado en revelado de imágenes con agentes químicos	48
Tabla 2. Radiología digital vs. radiología convencional en medicina veterinaria	92
Tabla 3. Abreviatura en radiología veterinaria	96
Tabla 4. Decretos.....	110

Lista de figuras

Figura 1. Wilhem Conrad Roentgen.....	41
Figura 2. Primera radiografía	42
Figura 3. Foto de primer uso militar	42
Figura 4. Proyecciones tomadas en la campaña de Tirah.....	42
Figura 5. Primer modelo de rayos x	43
Figura 6. William David Coolidge	44
Figura 7. Primer diseño del tubo de RX de Coolidge.....	45
Figura 8. Diseño y explicación del modelo mejorado del tubo de Coolidge	45
Figura 9. Plano estructural del tubo con una forma más detallada	45
Figura 10. Esquema del procesado de la imagen manual con agentes químicos.....	49
Figura 11. Agentes para revelado manual.....	50
Figura 12. Primer modelo de revelado automático PAKO.	50
Figura 13. Equipo para revelado automático KODAK.....	50
Figura 14. Sistema de rodillos.....	50
Figura 15. Chasis de revelado CR y sus componentes.	53
Figura 16. A) Equipo moderno de ecografía. B) Equipo de ecografía con sondas que se adaptan fácilmente para ser conectadas a puerto USB de un celular.....	55
Figura 17. Vista VD 15 min después de la administración de bario.....	58
Figura 18. Estudio de urografía excretora en caninos.....	62
Figura 19. Correspondiente a mielografía y epidugrafia	65
Figura 20. Correspondiente a mielografía y epidugrafia	65
Figura 21. A la izquierda, Allan M. Cormack y a la derecha Godfrey N. Hounsfield.....	68

	20
Figura 22. Tomógrafo multidetectores	69
Figura 23. Resonador Universidad Complutense Madrid.....	73
Figura 24. Resonador SIEMENS	74
Figura 25. Diagnóstico Médico por imagen (DMI)	75
Figura 26. Ejemplo sobre patología intracraneal	78
Figura 27. Ejemplo sobre patología intracraneal	80
Figura 28. Ejemplo de patología discal.....	82
Figura 29. Ejemplo de patología discal.....	82
Figura 30. Rodilla RM	83
Figura 31. Radiografía de mano izquierda.....	90
Figura 32. Nomenclatura radiológica	95
Figura 33. Topografía canina	95
Figura 34. Nomenclatura radiológica.....	96
Figura 35. Términos adicionales anatómicos.....	97
Figura 36. Radiografía de densidades radiográficas	99
Figura 37. Tamaño del punto focal	100
Figura 38. Distancia de enfoque de la película	101
Figura 39. Colimación	101
Figura 40. Distorsión	102
Figura 41. Alineación.....	102
Figura 42. Elementos de protección personal	103
Figura 43. Uso de guante de plomo	104
Figura 44. Exposición de la mano durante el examen radiográfico	104

Figura 45. Marcador metálico	105
Figura 46. Radiográfica con marcador metálico	105
Figura 47. Magnificador a la altura de la estructura de interés	106
Figura 48. (1) original; (2) Planificación; (3) Posquirúrgico.	106
Figura 49. Radiografía Dorsoventral	106
Figura 50. Radiografía laterolateral	107
Figura 51. Ilustrativa del posicionamiento DV del cráneo.....	118
Figura 52. Radiografía dorsoventral del cráneo.....	118
Figura 53. Ilustrativa de posicionamiento LL de cráneo.	119
Figura 54. Radiografía laterolateral del cráneo canino.	119
Figura 55. Ilustrativa del posicionamiento LL obl del cráneo.	119
Figura 56. Radiografía laterolateral oblicua del cráneo canino.	120
Figura 57. Ilustrativa del posicionamiento lateral con boca abierta del maxilar.....	120
Figura 58. Radiografía lateral con boca abierta del maxilar canino.....	121
Figura 59. Ilustrativa del posicionamiento laterolateral con boca abierta de la mandíbula.	121
Figura 60. Radiografía laterolateral de la mandíbula gato.	121
Figura 61. Ilustrativa del posicionamiento rostro caudal R-Cd de seno frontal.....	122
Figura 62. Radiografía rostro caudal de senos frontales canino	122
Figura 63. Ilustrativa del posicionamiento rostro caudal R-Cd de foramen magnum	123
Figura 64. Radiografía rostro caudal de foramen magnum canino	123
Figura 65. Ilustrativa del posicionamiento rostro caudal con boca abierta de bullas timpánicas.124	
Figura 66. Radiografía rostro caudal de bullas timpánicas canino.	124
Figura 67. Ilustrativa del posicionamiento rostro caudal con boca abierta del proceso odontoide.....	125

Figura 68. Radiografía rostro caudal del proceso odontoide	125
Figura 69. Ilustrativa del posicionamiento intraoral dorso ventral rostro caudal de mandíbula y dientes inferiores.....	126
Figura 70. Radiografía intraoral dorsoventral de mandíbula y dientes inferiores.....	126
Figura 71. Ilustrativa del posicionamiento laterolateral de faringe y laringe.....	127
Figura 72. Radiografía laterolateral de faringe y laringe canino.....	127
Figura 73. Ilustrativa del posicionamiento laterolateral de la columna cervical.....	128
Figura 74. Radiografía laterolateral de columna cervical felino.	128
Figura 75. Ilustrativa del posicionamiento ventrodorsal de la columna cervical.....	129
Figura 76. Radiografía Ventrodorsal de columna cervical felino.	129
Figura 77. Ilustrativa del posicionamiento laterolateral de la columna torácica.....	130
Figura 78. Radiografía laterolateral de columna torácica felino.	130
Figura 79. Ilustrativa del posicionamiento ventrodorsal de la columna torácica.....	131
Figura 80. Radiografía ventrodorsal de columna torácica felino	131
Figura 81. Ilustrativa del posicionamiento de las regiones torácica, lumbar y lumbosacra de la columna en proyección laterolateral.	132
Figura 82. Ilustrativa del posicionamiento laterolateral de columna lumbar vs lumbosacra	132
Figura 83. Radiografía laterolateral de columna lumbar vs lumbosacro felino	132
Figura 84. Ilustrativa del posicionamiento ventrodorsal de columna lumbar vs lumbosacra	133
Figura 85. Radiografía ventrodorsal de columna lumbar vs lumbosacro felino	133
Figura 86. Ilustrativa del posicionamiento ventrodorsal de pelvis / articulación coxofemoral ...	133
Figura 87. Radiografía ventrodorsal de pelvis/articulación coxofemoral	134
Figura 88. Ilustrativa de la articulación coxofemoral en proyección laterolateral	134

Figura 89. Ilustrativa del posicionamiento laterolateral de pelvis	135
Figura 90. Radiografía Laterolateral de pelvis.....	135
Figura 91. Ilustrativa del posicionamiento ventrodorsal frog-leg de pelvis.	136
Figura 92. Ilustrativa de la pelvis en proyección ventrodorsal frog-leg.	136
Figura 93. Radiografía ventrodorsal frog-leg de la pelvis y articulación coxofemoral.	137
Figura 94. Ilustrativa del posicionamiento laterolateral del tórax.....	137
Figura 95. Radiografía laterolateral del tórax	138
Figura 96. Ilustrativa del posicionamiento ventrodorsal del tórax.....	138
Figura 97. Radiografía ventrodorsal del tórax	139
Figura 98. Ilustrativa del posicionamiento dorsoventral del tórax.....	139
Figura 99. Radiografía dorsoventral del tórax	140
Figura 100. Ilustrativa del posicionamiento laterolateral del abdomen	140
Figura 101. Radiografía laterolateral del abdomen.....	141
Figura 102. Ilustrativa del posicionamiento ventrodorsal del abdomen	141
Figura 103. Radiografía ventrodorsal del abdomen.....	142
Figura 104. Ilustrativa del posicionamiento laterolateral de escápula.....	142
Figura 105. Radiografía lateromedial de escápula.....	143
Figura 106. Ilustrativa del posicionamiento caudocraneal de escapula	143
Figura 107. Radiografía caudocraneal de escapula.....	143
Figura 108. Ilustrativa del posicionamiento mediolateral del hombro	144
Figura 109. Radiografía mediolateral de hombro	145
Figura 110. Ilustrativa del posicionamiento caudocraneal del hombro	145
Figura 111. Radiografía caudocraneal de hombro	146

Figura 112. Ilustrativa del posicionamiento mediolateral del humero	146
Figura 113. Radiografía mediolateral del humero.....	147
Figura 114. Ilustrativa del posicionamiento craneocaudal del humero.....	147
Figura 115. Radiografía craneocaudal del humero.	148
Figura 116. Ilustrativa del posicionamiento mediolateral del codo.	149
Figura 117. Radiografía mediolateral del codo.....	149
Figura 118. Ilustrativa del posicionamiento craneocaudal del codo	150
Figura 119. Radiografía craneocaudal del codo.....	150
Figura 120. Ilustrativa del posicionamiento mediolateral del radio y del cubito.....	151
Figura 121. Radiografía mediolateral del radio y del cubito	151
Figura 122. Ilustrativa del posicionamiento craneocaudal del radio y del cubito.....	152
Figura 123. Radiografía craneocaudal del radio y del cubito.	152
Figura 124. Ilustrativas del posicionamiento dorsopalmar de carpos y dígitos.	153
Figura 125. Radiografías dorsopalmar de carpos y dígitos.....	154
Figura 126. Ilustrativa del posicionamiento mediolateral de carpos y dígitos.....	154
Figura 127. Radiografía mediolateral de carpos y dígitos.	155
Figura 128. Ilustrativa del posicionamiento mediolateral de las falanges.	155
Figura 129. Radiografía mediolateral de las falanges.	156
Figura 130. Ilustrativa del posicionamiento mediolateral del fémur	156
Figura 131. Radiografía mediolateral del fémur	157
Figura 132. Ilustrativa del posicionamiento Craneocaudal del fémur	157
Figura 133. Radiografía craneocaudal del fémur.....	158
Figura 134. Ilustrativa del posicionamiento mediolateral de rodilla.....	158

Figura 135. Radiografía mediolateral de la rodilla	159
Figura 136. Ilustrativa del posicionamiento craneocaudal o caudocraneal de rodilla	159
Figura 137. Radiografía craneocaudal o caudocraneal de la rodilla	160
Figura 138. Ilustrativa del posicionamiento mediolateral de tibia-peroné	161
Figura 139. Radiografía mediolateral de la tibia-peroné	161
Figura 140. Ilustrativa del posicionamiento craneocaudal de tibia-peroné.....	162
Figura 141. Radiografía craneocaudal de la tibia-peroné	162
Figura 142. Ilustrativa del posicionamiento dorsoplantar / plantarodorsal de tarso y dígitos	163
Figura 143. Radiografía mediolateral del tarso y dígitos.....	164
Figura 144. Radiografía mediolateral de la tarso y dígitos	164
Figura 145. Radiografía VD de tórax.....	165
Figura 146. Radiografía LLD de tórax	165
Figura 147. Radiografía de un paciente canino	165
Figura 148. Esofagograma	165
Figura 149. Radiografía ML de rodilla	165
Figura 150. Radiografía CRCD de rodilla	166
Figura 151. Urografía excretora.....	166
Figura 152. Radiografía de megacolon.....	166
Figura 152 Radiografía CRCD de rodilla	166
Figura 154. Radiografía DV con boca abierta de mandíbula.....	166
Figura 155. Radiografía DV de tórax.	167
Figura 156. Radiografía tránsito intestinal LL.....	167

Figura 157. Radiografía VD de cadera	167
Figura 158. Radiografía LM de radio-cubito	167
Figura 159. Radiografía CRCD del fémur	167
Figura 160. Radiografía VD de columna cervical	168
Figura 161. Radiografía LL de tórax.	168
Figura 162. Radiografía CR-CD del fémur.....	168
Figura 163. Radiografía VD con boca abierta de cráneo	168
Figura 164. Radiografía LLD del cráneo	168

Tema de proyecto aplicado

La Radiología Veterinaria en el último quinquenio: Una mirada holística hacia la era digital, desde los fundamentos de la Radiología Convencional, estudio realizado en el departamento de Antioquia.

Introducción

Es sabido que, en la sociedad actual los animales o mascotas han ido adquiriendo una mayor importancia a manera de dignificación como seres vivos; a raíz de este hecho, la medicina veterinaria ha obtenido el impulso necesario para la creación de cada vez más centros veterinarios pues como se describe a continuación.

En la práctica clínica de pequeños animales se hace necesario el uso de diferentes ayudas diagnósticas para obtener dictámenes más exactos, rápidos y que sean basados en la evidencia, para poder llegar así a la implementación más eficiente de tratamientos que den calidad de vida a los pacientes. (Benavides, C. & González, L. 2015).

Es decir, que esta información reconoce la imagenología veterinaria como un campo de acción dentro de la radiología. Un campo que evolucionaría a tal punto de utilizar dispositivos radiológicos con la última tecnología disponible, para lograr expandir sus usos en los procesos de diagnóstico clínico veterinario; de esta forma lo describe la AVEPA.

En los últimos años se está utilizando la transición de la radiografía analógica a la radiografía digital en veterinaria. La radiografía digital ofrece ventajas significativas frente a la analógica, pero también supone una importante inversión económica para el veterinario, por lo que el proceso de transición está siendo más lento que en medicina humana (AVEPA, 2013).

Es por esto por lo que el presente estudio brindará la información necesaria para concientizar al lector sobre la importancia de esta nueva corriente de la radiología; así como lo narra en su artículo de radiología veterinaria el señor Miguel Ángel Uribe.

Desde un principio la radiología ha evolucionado con el fin de ser un apoyo diagnóstico en la salud humana; pero no podemos olvidarnos de un amplio campo de aplicación de la radiología, como lo es la Radiología Veterinaria. Al igual que en la medicina humana, los médicos veterinarios hacen uso de la radiología para generar un diagnóstico para sus pacientes y propietarios. Por tal motivo es de mucha importancia conocer y obtener los conocimientos de la anatomía en los pequeños animales, para poder dar un concepto radiológico certero (Ángel, M. 2017).

El proyecto aplicado se realizó con el fin de dar a conocer la evolución de la imagenología en el campo veterinario; principalmente la transformación de la Radiología Convencional a la Digital y los innumerables beneficios que trae consigo el desarrollo y adquisición de nuevas tecnologías en los centros veterinarios. Ya que son múltiples beneficios que se pueden contemplar desde una radiografía hasta una Resonancia Magnética.

Además, cuenta con un guía sobre los principales estudios realizados en pequeños animales como: nomenclatura veterinaria, posicionamiento radiográfico, estudios contrastados, Tomografía Computada y Resonancia Magnética.

Permitiendo a la comunidad estudiantil y profesional de cualquier área obtener conocimientos y destrezas sobre los equipos de rayos- x encontrados en el área, reconociendo que este tipo de servicio tiene como reto la necesidad de un aprendizaje específico debido a la variedad de especies, pero se busca de manera tal que esto sirva como punto de partida en el estudio de esta especialidad.

Planteamiento del problema

Como señala Ackoff (1967 un): *“problema correctamente planteado está parcialmente resuelto; a mayor exactitud corresponden más posibilidades de obtener una solución satisfactoria”*. Por ende, todos conocemos la utilidad de las Imágenes Diagnósticas en humanos, pero se desconoce la increíble capacidad que estas tienen en el ámbito veterinario, con los avances tecnológicos se ha permitido mejorar la calidad. Sin embargo, La medicina veterinaria viene pasando por una constante evolución en el área del diagnóstico por imágenes, y se usa con frecuencia en el cuidado clínico mayor de animales pequeños, como ayuda en procedimientos quirúrgicos o incluso en el área de investigación. *“Así como estimó la firma Grand View Research que, durante el año 2008, el sector de diagnóstico por imagen en pequeños animales y la radiografía digital alcanzó un costo de unos 383 millones de euros”*. (Zootecnia SL, 2019)

A través de las consultas realizadas en la Clínica Veterinaria de Medellín y Clínica Veterinaria de Antioquia; implementaron desde sus inicios el sistema de radiología análoga, el cual a medida que el servicio de veterinaria iba creciendo, esta se volvía menos utilizada debido a su poca calidad diagnóstica, tiempo prolongado en la adquisición del estudio. Afectando en gran medida la rentabilidad de los servicios de radiología y a su vez, a los pacientes debido a que no se lograba el diagnóstico acertado y estos debían ser remitidos a otros centros radiológicos que brindaran servicios de mayor calidad. Así como podemos observar en humanos, donde una excelente ayuda diagnóstica provee más información para un correcto diagnóstico. A raíz de esta situación, se presentó la necesidad de adquirir nuevas tecnologías y así adaptarse a la nueva era. Comprendiendo esta nueva era como la radiología digital, la cual proporciona información detallada y rápida de las imágenes permitiendo llegar al diagnóstico de diversas patologías.

Dada la reciente incursión de la era digital en radiología, se entiende que dentro del

campo exista un extenso conocimiento sobre el método convencional y apenas se esté adentrando en la capacitación sobre estos nuevos equipos de diagnóstico bajo el modelo digital.

El objetivo principal es dar a conocer las ventajas de la radiología digital como: imágenes de mayor calidad que facilitan el diagnóstico, inclusive en los casos de emergencia, se almacenan digitalmente y pueden ser enviadas electrónicamente a otros profesionales para su discusión, y que estas imágenes pueden ser manipuladas para destacar detalles importantes. Una de las ventajas más grandes es la menor exposición a los rayos X, lo cual es más sano para el paciente y para el operador. Buscando sobre todo que los estudiantes de carreras afines como Veterinaria, Zootecnia, Agropecuaria e Imágenes Diagnósticas obtengan nuevos conocimientos sobre el alcance de la radiología veterinaria. Alejándonos un poco del ámbito humano.

La Radiología Veterinaria ha sido un tema poco desarrollado en lo que es la medicina veterinaria a nivel mundial. A lo largo de las tres últimas décadas este tema se ha convertido en algo muy práctico, hoy existe la posibilidad de enseñar en los programas de pregrado afines a las ramas de la medicina ya sea humana o veterinaria dictados en el departamento de Antioquia por universidades como la UNAD, U de A, CES, etc.

Este grupo de investigación pretende contribuir a la creación de nuevas estrategias metodológicas como semilleros de investigación y capacitaciones sobre radiología veterinaria. Basados en los planteamientos teóricos de importantes exponentes de esta área como Thrall D.E., García R. I., y Liste B. F.; que puedan brindar nuevos conocimientos o abrir nuevos caminos a los estudiantes de veterinaria, zootecnia y radiología e imágenes diagnósticas de la UNAD. En donde la comunidad académica pueda crear nuevos espacios de aprendizaje sobre dicho tema, por medio de experiencias en el campo de la veterinaria y ayudando a su desarrollo integral. A partir de lo anterior se hace adecuado formular la siguiente pregunta:

¿Cómo educar a las diferentes clínicas veterinarias del departamento de Antioquia sobre la importancia de la implementación en sus servicios de la radiología digital, en aras de optimizar el servicio y brindar una mayor competitividad corporativa?

Justificación

La investigación para el presente trabajo busca a partir de la identificación de un problema generalizado a causa de la falta de información disponible sobre el impacto positivo que generan los equipos radiológicos de alta tecnología, en un área que viene en constante aumento durante los últimos 5 años en el departamento de Antioquia como lo es la radiología veterinaria, de tal manera será posible el desarrollo de un paso a paso de la evolución de la radiología veterinaria, fundamentados en la necesidad de los estudiantes y los centros radiológicos que brindan este servicio, de adquirir nuevos conocimientos en pro de una adecuada preparación para nuevas competencias que abarquen otros campos laborales. Por ende, también se incorporarán algunas experiencias prácticas de diferentes profesionales para así tener una expectativa más amplia del tema antes mencionado.

A lo largo de los últimos años los servicios de diagnóstico por la imagen han experimentado una auténtica revolución de la mano de la aparición y expansión de la radiología digital, que ha posibilitado la adquisición de imágenes directamente en formato digital. La radiología digital se ha unido, por lo tanto, a otras modalidades de adquisición de la imagen de naturaleza intrínsecamente digital, como pueden ser la tomografía computarizada (TC), la resonancia magnética (RM) o los ultrasonidos (eco) (Buscá, J, 2010).

Tomando en cuenta esta cita es posible inferir el cambio al que ha debido enfrentarse el modelo convencional de la radiología, llevando a cabo un largo proceso de adaptación al cual no todos los servicios aún en la actualidad han podido acceder.

Teniendo como referencia el pasaje expuesto dentro del artículo de la revista electrónica de la facultad de Ceres, donde se establece que *“La radiología veterinaria es importante para la clínica de animales médicos, y la radiografía es el examen de imagen más utilizado en el sector. El tecnólogo en radiología puede trabajar en radiología veterinaria”* (Marchiori E. S. 2015). Se puede partir de la base del crecimiento en la demanda de estudios radiológicos enfocados a

especies animales, para explicar la importancia de brindar el conocimiento necesario desde la formación académica sobre las técnicas, protocolos y equipos para la realización de dichos estudios.

Algunas clínicas veterinarias se han modernizado a partir del desarrollo de nuevas tecnologías. Existen algunos factores limitantes en el área como son la disponibilidad de servicios, la inexistencia de parámetros específicos y la escasez de estudios, considerando la diversidad de especies animales. (Oliva, 2014).

Al entender este concepto de modernización, se hace necesario el planteamiento de estrategias que faciliten y conlleven a las clínicas encargadas de brindar este tipo de servicio a nivel departamental a lograr un avance tecnológico importante, que se verá reflejado positivamente en la prestación de servicios.

Este proyecto es desarrollado con el fin de ofrecer una orientación sobre los beneficios de la implementación de equipos radiológicos digitales de alta tecnología, con un enfoque corporativo a los entes encargados de realizar los estudios imagenológicos veterinarios; buscando un beneficio mutuo en cuanto a la relación prestador de servicio-paciente, dado que estos equipos permiten una optimización en los tiempos de la adquisición de estudios, reducen la exposición tanto del personal operativo como de los pacientes y además proveen una mejor calidad en las imágenes obtenidas, lo que por ende refiere un mayor certeza en los diagnósticos brindados por los especialistas. Gracias a estos esfuerzos será posible el avance tecnológico de centros de radiología veterinaria bajo la convicción de adquirir estas nuevas tecnologías, ya que en la actualidad algunos centros de radiología veterinaria, especialmente en Colombia aún no cuentan con el acceso a este tipo de tecnologías, sin mencionar que la problemática aumenta en aquellos centros radiológicos de las zonas rurales.

Al tratarse de zonas en proceso de desarrollo en cuanto a la radiología veterinaria, es posible que con el pasar de los años vayan surgiendo nuevas entidades dispuestas a ofrecer este

servicio; Gracias a esta investigación las nuevas empresas podrán tener una visión sobre la importancia de formar la estructura de sus equipos radiológicos basados en los beneficios de la modalidad digital.

Objetivos

Objetivo General

Presentar los cambios desarrollados durante la transición de los equipos radiológicos convencionales, a los equipos digitales que se han generado durante los últimos 5 años con el creciente auge de la radiología veterinaria en el departamento de Antioquia.

Objetivos Específicos

Realizar una búsqueda de los diferentes exponentes sobre radiología veterinaria tanto a nivel nacional como internacional, para conocer la información disponible sobre el impacto generado por la era digital en esta área.

Diseñar una herramienta tipo cuestionario, que reúna la totalidad de los ítems necesarios para la recolección de información sobre el proceso de adaptación a esta nueva era tecnológica por los diferentes entes prestadores de servicio de radiología veterinaria.

Presentar de manera detallada los resultados alcanzados con el muestreo realizado mediante la herramienta tipo cuestionario a los centros de radiología veterinaria.

Marco teórico y conceptual

En el siguiente capítulo se hará una revisión bibliográfica de los conceptos que permitirán familiarizar al lector con la terminología y conceptos abarcados dentro del proyecto, en el cual se estudiará desde el papel e historia de los rayos x, hasta de las definiciones que en el momento de realizar el diseño y optimización del proyecto serán necesarios.

¿Qué son los rayos x?

La definición más apropiada para este fenómeno fue expuesta en el libro conceptos básicos de radiología veterinaria por Mendoza J. (2012).

Los rayos x se establece como el tipo de radiación electromagnética que posee el estado de interactuar con la materia logrando que esta se ionice, lo que significa que los átomos en su estado neutro que la forman pasan a ser iones que causan particular con cargas positivas y negativas”.

Dicho fenómeno fue descubierto en 1895 por el físico William Conrad Roentgen. Según la guía desarrollada por el maestro

Albarracín J. H. (2016) Los rayos x se producen a partir de un tubo al vacío en que se genera el movimiento de los electrones libres, los cuales se aceleran o desaceleran abruptamente, en el interior del tubo se ubica un filamento metálico de tungsteno el cual se calienta y genera una acumulación de electrones a su alrededor que giran con una corriente eléctrica de alto miliamperaje; estos aceleran gracias al potencial del kilovoltaje para lograr y colisionar hasta la placa”.

Para generar la imagen radiológica los rayos X son disparados desde el tubo de rayos hacia una placa donde se atenúan a medida que son absorbidos en diferentes cantidades por diferentes tejidos dependiendo de la densidad de estos. Las técnicas radiográficas en la medicina veterinaria hacen alusiones al método y a los elementos necesarios para la adquisición de una imagen radiográfica, donde los más utilizados son el método convencional y el digital.

La radiología convencional se basa en utilizar películas radiográficas que transforman la luz de la pantalla de refuerzo en una imagen que se revela luego de pasar por un proceso

de revelado con diferentes agentes químicos para ser visualizada sobre un negatoscopio. Para revelar este tipo de imágenes es importante hacer el proceso dentro de un cuarto oscuro, allí se realiza un proceso de humectación donde los agentes químicos penetran la película se realiza un revelado y se realiza un lavado para eliminar los restos químicos, posteriormente se fija, se lava nuevamente y procede secar, para así finalmente conseguir una imagen sobre la película radiográfica. (Ginja M. M. D. 2002).

Si detallamos todo este proceso que conlleva el revelado de placas radiográficas bajo la modalidad convencional, podemos identificar los siguientes factores problema tales como tiempos prolongados para lograr una sola imagen, esto aumenta el riesgo de exposición a radiación para el paciente, extiende la duración de los estudios, no garantiza una imagen de alta calidad y además conlleva a una importante contaminación ambiental por parte de los agentes químicos necesarios para el revelado.

Por otro lado, en la actualidad la introducción de nuevas tecnologías a los diferentes campos de la medicina ha logrado el surgimiento en radiología de un método más seguro, rápido y eficaz conocido como radiología digital la cual

Permite almacenar imágenes radiográficas de forma digital de tal forma que puedan usarse como un archivo informático permitiendo mirar en una pantalla de un monitor, cambiar ciertas características que visualización de imagen. Además de poder enviarla a través de la red, existen dos formas de procesar este tipo de imágenes radiográficas: la radiografía computarizada y digital directa. La radiografía digital indirecta o también llamada computarizada, funciona al igual que la radiografía convencional con la única diferencia de que en vez de usar un chasis de película radiográfica con las cartulinas de refuerzo se usa un chasis que contiene una lámina de fósforo fotoestimulable. (Albarracín J. H. 2016).

Un Equipo radiológico digital en la mayoría de las instituciones viene acompañado de un lector para todo tipo de chasis, el conversor analógico digital será el equipo encargado de leer el chasis y transformar la imagen latente en una imagen digital que finalmente puede ser visualizada en una pantalla. Los avances tecnológicos en esta modalidad previamente descrita han sido descritos como la radiografía digital directa; se trata de equipos más versátiles, de

menor tamaño y mayor rapidez en la adquisición de sus estudios, donde la imagen se capta sobre un chasis único, el procesador de imagen está dentro del mismo tubo de rayos X y allí mismo es visualizada la imagen a través de una pantalla en un corto lapso.

Este trabajo brindará un significativo aporte con respecto a la concientización de las diferentes instituciones de radiología veterinaria con respecto a la necesidad de inclusión de los equipos de radiología digital, en miras de mejorar los servicios ofrecidos y reducir significativamente los gastos. Pero esto solo se logrará al momento de tener contacto con las personas encargadas de dichos servicios para exponer mediante estadísticas recopiladas de los cuestionarios resueltos por ellos mismos las ventajas y desventajas de la implementación de los equipos de radiología digital, adaptándose a sus necesidades.

Dentro de las radiaciones electromagnéticas desde ondas de radio, luz ultravioleta, microondas, rayos infra rojos, rayos ultravioletas hasta rayos x con su longitud de onda mínima por lo que tienen mayor energía y mayor poder de penetración. Se desplazan a la velocidad de la luz los cuales son invisibles y no tienen masa se desplazan en línea recta cuando interactúa con la materia ocurren dos mecanismos de atenuación: la absorción y la difusión que no contribuyen a la obtención de la imagen diagnóstica. La absorción del haz primario es directamente proporcional al número atómico de la materia a irradiar, a mayor número atómico mayor absorción.

Un factor determinante en el diseño e implementación de un protocolo de aseguramiento de calidad en una instalación de un equipo de rayos X diagnóstico, en medicina veterinaria es la calidad de la imagen debido a que esta es la base de los diagnósticos así pues una radiografía alterada por el mal estado del equipo de rayos X genera un diagnóstico errado.

La calidad de imagen hace referencia a la fidelidad con la cual una estructura anatómica es visualizada en una radiografía; por lo tanto, decir que una radiografía es de alta calidad implica aquella que reproduce fielmente las estructuras tanto como los tejidos blandos. Los factores que determinan la calidad de la imagen son ya sea adquirida a través del método convencional o digital es el contraste, la resolución espacial, la perpendicularidad y linealidad del haz.

Con el fin de proporcionar una mejor atención al paciente y por ende a sus dueños, donde debe primar la calidad de la imagen para que se pueda realizar un diagnóstico acertado y completo.

Comienzos de la radiología

Para poder comprender esa relación entre la radiología y la medicina veterinaria, primero se deben abarcar las primeras ideas que surgen para la definición de esta rama de la medicina que ha venido generando innumerables beneficios dentro de los diferentes campos disciplinares pertenecientes a esta ciencia; y es que, resulta fascinante contemplar lo que 127 años de evolución pueden lograr en el desarrollo de los primeros planteamientos del físico alemán Wilhelm Conrad Roentgen (Fig.1.). Aquel quien fue considerado el padre de la radiología cuando realizaba sus estudios científicos relacionados en el documento del Dr. Ramón Madrigal Lomba. *“Trabajaba Roentgen en una habitación de donde había eliminado toda clase de radiaciones conocidas y observó la débil iluminación que se producía en una pantalla fluorescente, en la que se destacaba una sombra densa”* (Madrigal Lomba, R. 2009). Este fenómeno o rayos desconocidos que habrían sido descubiertos serían denominados ‘‘X’’ por esta misma incógnita, y puestos a prueba con diferentes materiales, texturas y tejidos con el fin de analizar su capacidad de penetración y el campo de visión que permitían abarcar. Estos fueron los primeros pasos que se dieron en la creación de una rama perteneciente a la medicina, donde se incorporan más allá de la ciencia y el conocimiento anatómico del cuerpo humano; los conceptos físicos de la interacción de radiaciones ionizantes con la materia humana para la obtención de imágenes que servirían de apoyo al diagnóstico y la certeza clínica. Ha sido un largo camino el que ha realizado la radiología en su metamorfosis para llegar a lo que conocemos hoy en día todos como esos técnicos, tecnólogos médicos, enfermeros y radiólogos que conforman el equipo de una sala de ayudas o imágenes diagnosticas

Figura 1.
Wilhelm Conrad Roentgen



Wilhelm Conrad Roentgen

Fuente:

<https://www.acronline.org>

Nota: padre de la radiología

Figura 2.
Primera radiografía



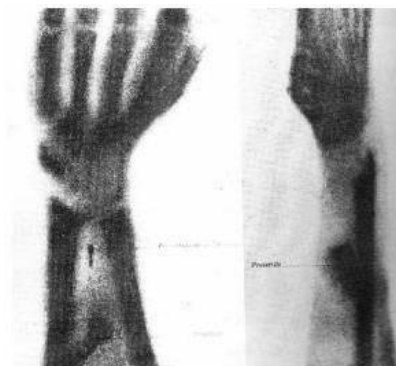
Fuente:
<https://www.acronline.org/>
Nota: mano

donde se toman imágenes del interior del cuerpo, se realizan estudios dinámicos que dinámicos que ilustran cantidad de procesos metabólicos del cuerpo humano entre otras aplicaciones que serán descritas con más detalle en el siguiente apartado.

Centrándonos en la historia de la radiología posterior a este acercamiento del señor Roentgen con los Rayos X y la primera toma de una imagen radiográfica en la historia (Fig. 2.), Se comienzan a implementar esfuerzos por los diferentes sucesores en la creación de

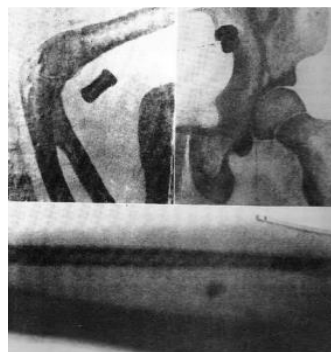
equipos, dando paso a múltiples generaciones de equipos radiológicos cuyas características intrínsecas a la fecha de fabricación los haría cada vez mejores hasta llegar a los equipos que conocemos hoy en día, pero como vamos paso a paso; en este apartado solo describiremos los equipos radiológicos pertenecientes a las primeras generaciones, si, esos equipos que fueron usados en las primeras ocasiones por las fuerzas militares en las guerras libradas durante las épocas 1895-1899, para la detección de proyectiles (Fig. 3.) y (Fig. 4.). Pues estos dispositivos precursores de los equipos radiográficos marcaron el inicio de una era donde la tecnología, la ciencia y la física revolucionarían la medicina y sus prácticas o métodos para el diagnóstico clínico, es decir, que son considerados un hecho clave en el desarrollo de la historia de la radiología.

Figura 3.
Foto de primer uso militar.



Fuente: <http://www.scielo.org.ar/pdf/rar/v72n3/v72n3a01.pdf>.
Nota: demostración de proyectil.

Figura 4.
Proyecciones tomadas en la campaña de Tirah



Fuente: <http://www.scielo.org.ar/pdf/rar/v72n3/v72n3a01.pdf>.

Nota: proyectil en una pierna

Primeros equipos radiográficos

Si hablamos del primer dispositivo o tubo que fue creado para generar rayos X, nos referimos al tubo de Crookes, artefacto que lleva el nombre de su inventor, el físico británico William Crookes y que está compuesto por una ampolla de vidrio con vacío parcial que cuenta con dos electrodos por los cuales al pasar una corriente eléctrica, se genera un gas residual, el cual se ioniza para posteriormente chocar los iones positivos contra el cátodo liberando de él mismo electrones que forman un haz de rayos catódicos que al entrar en contacto con las paredes de la ampolla de vidrio produce rayos X los cuales impactaban la película de material fotosensible preparada a base de una solución de cristales de platino-cianuro de bario; plasmando la imagen de toda aquella estructura que atenuara la llegada de estos rayos a la película de material fotosensible (Fig. 5).

Figura 5.

Primer modelo de rayos x.



Fuente: <https://culturacientifica.com/2019/07/16/el-descubrimiento-de-los-rayos-x/>.

Nota: experimento William J. Morton & Edwin W. Hammer (1896)

Pero estos tubos solo tenían la capacidad de generar rayos de baja energía y poca penetración en las estructuras (escasamente 45 kV), razón por la cual las imágenes producidas eran de baja calidad en el contraste de las estructuras destacando sobre todo aquellas estructuras con alta densidad como el material óseo y los cuerpos extraños (razón de sus primeros usos en detección de proyectiles durante las guerras). Solo fue hasta 18 años después, que este tubo sería modificado en función de su perfeccionamiento a manos del ingeniero físico William David Coolidge (Fig. 6.); quien no solo revolucionaría el

Figura 6.
William David Coolidge.



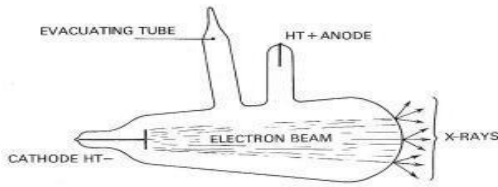
Fuente:

https://journals.viamedica.pl/biuletyn_pto/article/view/57001/42817.

Nota: perfeccionó el tubo de rayos x

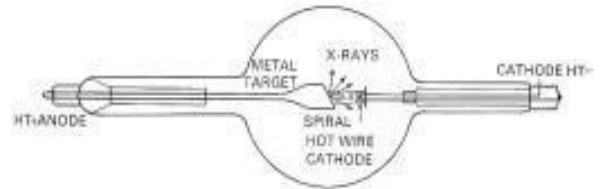
campo de la radiología como estaba establecido hasta ese momento, sino también sentaría las bases de la estandarización en la fabricación de tubos de rayos x. Inicialmente la propuesta del señor Coolidge se basaba en una ampolla de vidrio cuyo vacío era tan perfecto como fuese posible produciendo electrones por emisión termoiónica (Fig. 7.), en esta versión del tubo el cátodo sustituye ese bloque de metal con un filamento de tungsteno incandescente el cual se calienta a través del paso de una corriente eléctrica, emitiendo electrones en dirección al ánodo donde se proyectan en forma de un haz de rayos X. En ese sentido era posible controlar la intensidad de salida del haz de rayos X mediante la regulación de la cantidad de energía aplicada al filamento, es decir que surgen a raíz de este invento los parámetros que permitieron en la radiología controlar la calidad de la radiación que es producida (Fig. 8.) y (Fig. 9.).

Figura 7.
Primer diseño del tubo de RX de Coolidge.



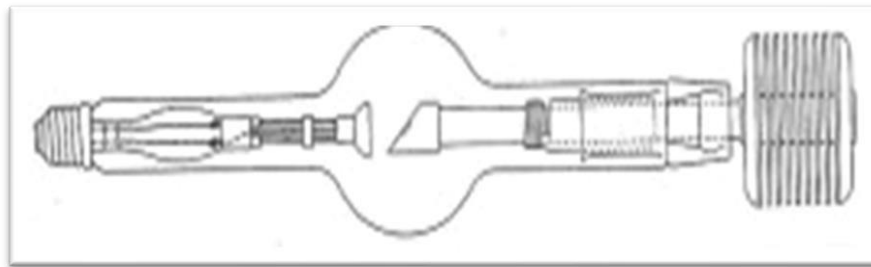
Fuente: https://journals.viamedica.pl/biuletyn_pto/article/view/57001/42817. Nota: Primer diseño en 1913

Figura 8.
Diseño y explicación del modelo mejorado del tubo de Coolidge



Fuente: https://journals.viamedica.pl/biuletyn_pto/article/view/57001/42817.
Nota: fue el precursor de todo los tubos de rayos x

Figura 9.
Plano estructural del tubo con una forma más detallada.



Fuente: https://journals.viamedica.pl/biuletyn_pto/article/view/57001/42817.
Nota: diseño mejorado

De ahí en adelante, las modificaciones que fueron surgiendo en torno a la creación de tubos de rayos X y equipos que pudieran emitirlos, se enfocaron en el perfeccionamiento de aquel primer tubo que diseñó el señor Coolidge y del proceso de revelado de las imágenes; abriendo de esta manera paso a la primera generación de equipos de rayos X con un sistema de tubo emisor de radiación ionizante y un sistema receptor de esa radiación luego de tener una interacción con el paciente, representado por el conjunto de revelado que incluye el chasis con la película fotosensible y cuarto oscuro para revelado de la imagen con agentes químicos. A este método tras unos años de evolución de la tecnología se le llegaría a denominar Radiología convencional por su manera de proceder en relación con los nuevos métodos emergentes gracias al desarrollo tecnológico, donde se

hizo notoria la gran cantidad de ventajas que brindaban los nuevos métodos para obtención de imágenes radiográficas.

Radiología convencional

Como se ha venido hablando de los comienzos de la radiología, no podemos olvidar que el desenlace de todos estos pasos que se dieron para la creación de esta rama de la medicina se traducen en el surgimiento de la radiología convencional, un método que comenzó con las pantallas fluorescentes ubicadas en la parte anterior/posterior del paciente transmitiendo una imagen anatómica del interior al ser sometida a un haz de rayos catódicos; y se fue desarrollando hasta llegar a los equipos que constaban de un tubo de rayos X quien emitía la radiación ionizante necesaria para plasmar la imagen en el sistema de chasis que actuaba como método de revelación de imagen el cual estaba integrado a estos equipos, pero ustedes se preguntarán ¿Qué es un chasis?.

Resulta que un chasis es una caja plana que contiene en su interior un acetato cubierto por ambas caras gracias a unas pantallas de refuerzo, esto se hace con el fin de que sean impermeables a la luz exterior lo que evita que las películas radiográficas se velen o se pongan de un tono gris claro lo que significaría la pérdida de la radiografía tomada. Es decir, que los chasis eran un complemento fundamental para estos dispositivos que venían implementándose. Pues la garantía del éxito de los estudios radicaba en el adecuado proceso posterior al cual se sometiera el chasis contenedor de la radiografía. Si, el tomar la imagen era solo el comienzo de un arduo proceso con agentes químicos que desempeñarían las funciones de revelar la imagen en un cuarto oscuro. El desarrollo y equipamiento de los diferentes centros de salud a nivel mundial hizo necesario que se fuera creando la estandarización en procesos de creación, adaptación y manejo de las salas de radiología estableciendo que una sala de radiología convencional debería contar con:

1. Un puesto de mando o de control recubierto por blindaje plomado.
2. Un generador de alta tensión.
3. Chasis radiográficos de diferentes tamaños.
4. Acetatos para radiografías.
5. Cuarto oscuro de revelado.
6. Equipos de protección radiológica, tanto para pacientes como para personal ocupacionalmente expuesto.
7. Instalaciones para recepción, observación, recuperación y manejo de pacientes.

Proceso de revelado en cuarto oscuro

Para ser revelada a la imagen luego de ingresar al cuarto oscuro debe someterse a un proceso físico y químico que consta de 3 pasos. En primer lugar, se sumerge la placa al interior del chasis en un revelador que convierte la plata expuesta en plata metálica, continuando con el agente de fijado y por último lavando los químicos de la placa. Todo esto debía realizarse de manera cronometrada bajo la supervisión del operador a cargo pues si este proceso no se realizaba de manera rigurosa según estaba establecido podía afectar seriamente el proceso de la imagen. Para ilustrar con mayor detalle los tiempos que requería el procesado de los chasis en los cuartos oscuros les traemos una tabla con los tiempos requeridos en dicho proceso compartido por estudiantes de la Universidad Autónoma de Puebla-México.

Tabla 1

Tiempos de procesado en revelado de imágenes con agentes químicos.

Etapa	Finalidad	Manual	Automático
Humectación	Los productos químicos penetran la emulsión y está la absorbe	15 segundos	
Revelado	Se forma la imagen latente	5 minutos	22 segundos
Baño en paro	Aquí finaliza el revelado y se hace un enjuague para eliminar los residuos químicos de la emulsión.	30 segundos	
Fijado	Se elimina los residuos de plata, la gelatina se endurece	15 minutos	22 segundos
Lavado	En este proceso se lava y elimina todos los residuos químicos del fijador y los demás que contienen la emulsión	20 minutos	20 segundos
Secado	En esta se seca la película y se forma la imagen visible, es el último paso del procesado	30 minutos	26 segundos

Fuente: <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/15603>

Nota: el correcto estado de los líquidos permite que las imágenes perduren más en la placa radiográfica

Como podemos notar en la Tabla 1 nos hablan de un proceso manual y otro automático y esto tiene que ver también con las mejoras realizadas a los equipos en pro de los avances tecnológicos, es decir que fueron creadas máquinas a las cuales solo fuera necesario suministrarle los agentes químicos y ellas de manera automática procesaban los chasis generando una imagen en la placa radiográfica como resultado de este proceso de revelado, esto le facilitaba a estos equipos procesar cantidades considerablemente superiores de imágenes por hora en comparación al método manual. Para dejar esta clasificación mejor explicada les comparto el siguiente esquema tomado del mismo artículo con las respectivas imágenes para comprender las características de cada proceso.

Figura 10.
Esquema de procesado de la imagen manual con agentes químicos.



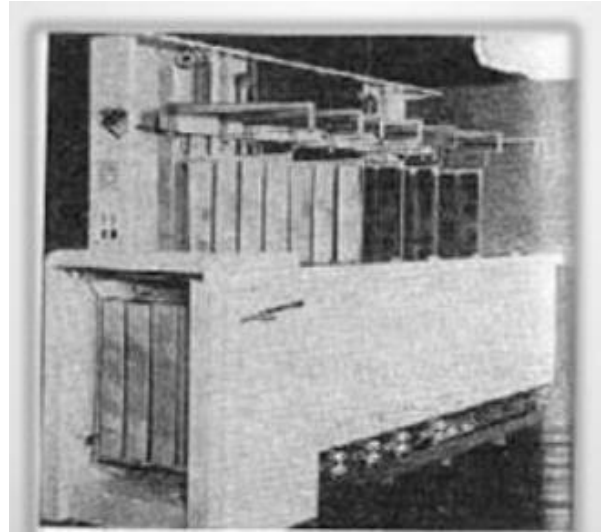
Fuente: <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/15603>.

Nota: era un largo proceso y agentes químicos nocivos

Figura 11.*Agentes químicos para revelado manual.*

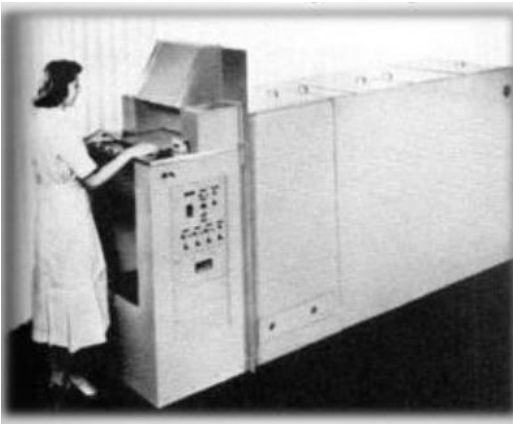
Fuente: <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/15603>.

Nota: esta fue la primera forma de revelado.

Figura 12.*Primer modelo de revelado automático PAKO.*

Fuente <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/15603>

Nota: diseñado en 1942

Figura 13.*Equipo para revelado automático KODAK.*

Fuente: <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/15603>.

Nota: diseñado en 1956

Figura 14.*Sistemas de rodillos.*

Fuente: <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/15603>

Nota: para mayor agilidad en el procesamiento de los chasis radiográficos

La Era Digital

El inicio de una era digital

Este término hace referencia a la obtención de “*imágenes directamente en formato digital sin haber pasado previamente por obtener la imagen en una placa de película radiológica*” (Monográfico: radiología digital). Dicha imagen es guardada en la memoria de un ordenador el cual hace posible almacenarla y utilizarla en cualquier instante.

Podemos remontarnos entonces al año 1981, cuando la compañía Fuji incursionó con el primer sistema comercial de obtención de imágenes de radiografía computada. La cual con el pasar del tiempo fue llegando con múltiples mejoras y en donde actualmente se aprovecha su utilización.

Se deja de lado entonces la película con procesado químico, realizando un gran esfuerzo por incursionar en la era digital. En un comienzo se utilizaron escáner, luego llegan las películas de fósforo y en la actualidad nos encontramos con los sistemas de adquisición directa. La cual cuenta con monitores de alta resolución, dispositivos con alta capacidad de almacenamiento capaces de transmitir las imágenes a gran velocidad. Esta tecnología avanza a pasos agigantados, permitiendo cada vez que los precios sean menores. La principal ventaja que ofrece la radiología digital sobre la radiología convencional es la manera como se puede gestionar la información de una manera ágil, eficaz y confiable. Cabe resaltar que la radiología convencional se puede digitalizar; encontrando en este punto los dos métodos que permiten obtener imágenes digitales: la imagen radiográfica digitalizada y la imagen radiográfica digital.

La imagen digitalizada o radiología digital indirecta (IR: Indirect Radiography – CR: Computed Radiography), se reemplaza la película fotográfica por una lámina de

fósforo fotoestimulable y la imagen radiográfica digital (DR: Direct Radiography) muy conocido como flat panel, en donde se obtiene la imagen mediante la captura digital directa.

Radiología digital indirecta (IR o CR)

Se puede sustituir un equipo de radiología convencional, en donde se cambia la película fotográfica por una lámina de fósforo fotoestimulable, donde una de sus principales ventajas es la no utilización de líquidos reveladores y son reutilizables. El chasis con esta nueva película de fósforo al recibir la energía de los rayos X pasa a un estado de excitación. Donde posteriormente se introduce en un lector (digitalizador) en donde se construye la imagen y es proyectada en la pantalla del monitor; complementando así el sistema CR.

Equipos necesarios para CR

Tubo de rayos X.

Chasis especiales.

Estación de intensificación.

Digitalizador.

Impresora.

Servidor.

Placa de fósforo y chasis.

Figura 15.
Chasis de revelado CR y sus componentes.



Fuente: https://sociedadradiologiaoral.cl/doc/anuarios_div/2004/anuario2004-34-39.pdf.

Nota: la película es una placa de fósforo

Radiología digital directa (DR)

Nos encontramos con “*dos grandes grupos de tecnologías diferentes: los sistemas basados en sensores de Dispositivo de Carga Acoplada (CCD: Charge Coupled Device), y los sistemas basados en detectores de panel plano (FPD: Flat Panel Detector).*” (Martino, A. 2006).

Equipos necesarios para CR

Tubo de rayos X.

Sistemas de Detectores o de Sensores.

Estación de procesado o Estación de Trabajo.

Impresora.

Servidor (RIS y PACS).

En la radiología digital directa, no se reemplaza el chasis, por ende, no es necesario utilizar un digitalizador. En esta tecnología los chasis son reemplazados por los sistemas antes mencionados.

Sistemas basados en sensores (CCD)

Según el Doctor Fernando Mugarra en su monográfico de Radiología Digital, indica que *“un sensor CCD es el dispositivo que capta las imágenes en las cámaras y las videocámaras digitales actuales”*. En donde nos encontramos con un circuito integrado el cual contiene una cara de elementos sensibles a la luz visible.

Los fotones interactúan con una cara del sensor, en donde quedan atrapados como un condensador y posteriormente son procesados para ser proyectados en un monitor. Este tipo de tecnología se aplica principalmente al área odontológica debido a la pequeña superficie que presentan estos sensores. Sistemas basados en detectores de panel plano. Comúnmente es conocido como flat panel (FP) o como flat panel detector (FPD).

Este ha sido un gran avance tecnológico ya que se puede observar la imagen en tan sólo segundos sin necesidad de introducir el chasis en un lector, y en donde esta imagen es completamente digital. El detector cuando recibe los rayos x genera una secuencia de datos numéricos transfiriéndolos al ordenador el cual muestra la imagen obtenida.

Existen dos sistemas de equipos de radiología de flat panel:

Los de detección indirecta convierten los fotones de RX en fotones de luz visible y estos los convertirán en carga eléctrica que es lo que la matriz activa convertirá en un número en el proceso de descarga. Los de detección directa convierten directamente los fotones de RX en carga eléctrica, el resto es muy similar a los de detección indirecta.” (Martino, A. 2006).

Una mirada a otras tecnologías

Ultrasonido.

Tomografía Computada (TC).

Resonancia Magnética (RM).

El ultrasonido

Una de las ayudas diagnóstica que revolucionó el ámbito imagenológico a principios de la década de los 40, fue el ultrasonido o ecografía.

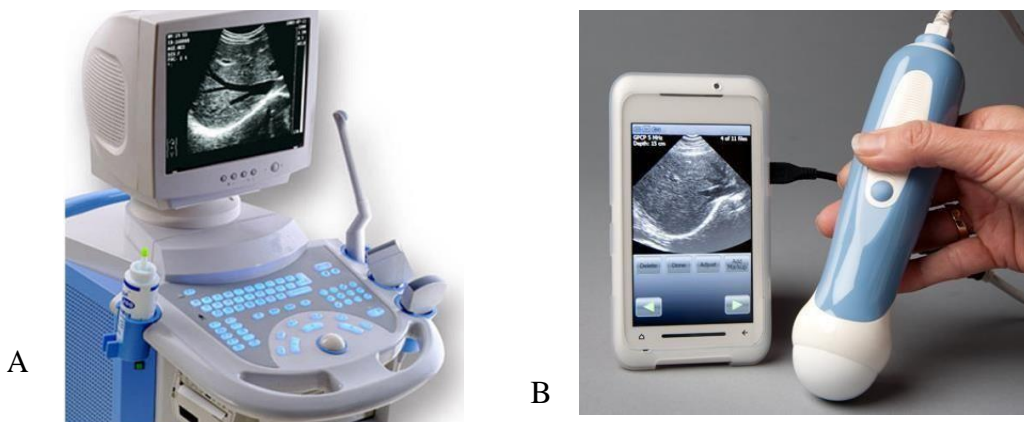
La ecografía gracias a su inocuidad y su bajo costo es una de las ayudas diagnósticas más utilizadas ya que no representa ningún riesgo, no necesita preparaciones dispendiosas ni límite de edad. La adquisición de las imágenes es posible gracias a los ecos obtenidos por la emisión de ondas de ultrasonido.

Es entonces así la ecografía se define *“como un medio diagnóstico médico basado en las imágenes obtenidas mediante ecos reflejados por las estructuras corporales, gracias a la acción de impulsos de ondas de ultrasonido”* (Díaz, G. 2022)

Se le aplica en la zona de estudio un gel para mejorar la eficiencia del proceso y se pasa suavemente el transductor; con el que se realiza la exploración el cual emite un sonido de frecuencia muy alta y luego de chocar con un órgano interno (hígado, riñón) refleja ese sonido y a su vez lo capta, procesándolo automáticamente la información para reproducirla en tiempo real a un monitor. Es decir, este realizar un trabajo de emisor y receptor.

Figura 16.

A) Equipo moderno de ecografía. B) Equipo de ecografía con sondas que se adaptan fácilmente para ser conectadas al puerto USB de un celular.



Fuente: Gonzalo Ernesto Díaz M., G. E. (200??) <http://drgdiaz.com> .

Nota: este método utiliza ondas no radiación

Durante los últimos años nos hemos encontrado con la importancia que ha adquirido el ultrasonido en el área de la Medicina Humana y Veterinaria, en donde la interpretación de las imágenes ultrasónicas en la actualidad se puede apreciar gracias a su gran resolución. No solamente permite evaluar los órganos en una escala de grises, sino que también incluye ultrasonido Doppler y el Doppler a color que permite evaluar el flujo, velocidad y dirección del movimiento de los vasos sanguíneos dentro del cuerpo.

Los primeros equipos del ultrasonido al igual que en la radiología convencional eran estáticos, con los avances tecnológicos esto ha permitido imágenes de alta calidad y mayor nitidez, permitiendo su utilización en la Intervención quirúrgica mínimamente invasiva como guía para el especialista en cirugía.

La fluoroscopia

La fluoroscopia es un método de producción de imagen perteneciente a la radiología que utiliza radiaciones ionizantes al igual que la radiografía convencional y la TC; por lo tanto, este sistema también incluye un dispositivo o tubo productor de los Rayos X, con un sistema receptor de imágenes que en este caso no es un chasis o película radiográfica sino un intensificador de imágenes que mediante una emisión continua de Rayos X y en conjunto con un circuito cerrado de TV proyecta imágenes dinámicas de la anatomía de un paciente, lo que permite llevar a cabo diversos estudios especiales en radiología. Este tipo de método encuentra sus orígenes a raíz de lo que se podría considerar como la adaptación y perfeccionamiento de la manipulación de los rayos X para la realización de los estudios que fueran requeridos, es decir, que si analizamos en retrospectiva la historia de la radiología podremos encontrarnos con pasajes que mencionan los inicios de la fluoroscopia con las primeras pantallas fluorescentes que permitían realizar estudios dinámicos del

metabolismo del ser humano en la época pero utilizaban una exposición demasiado riesgosa a los rayos x. Así como paso en la radiología convencional y con los primeros equipos para radiografías, en la fluoroscopia se hizo necesaria una actualización constante de los equipos radiológicos como consecuencia de los avances tecnológicos emergentes; los equipos que utilizan fluoroscopia hoy en día suelen integrar la radiografía y la fluoroscopia en un mismo equipo con la opción de alternar entre cada modalidad, se han desarrollado software complementarios para equipos de fluoroscopia únicamente dedicados a estudios angiográficos o de hemodinamia y la mayoría de estos equipos cuenta con un ajuste automático del kV y el mAs logrando la mejor calidad posible en el contraste y definición de la imagen.

Estudios Contrastados en Pequeños Animales

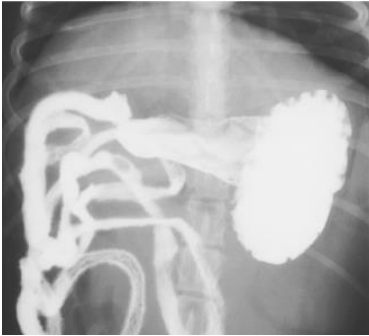
Permite la evaluación de diferentes órganos mediante la utilización de medios de contraste como el sulfato de bario, yodo y aire. Realzando las estructuras a estudio como el aparato digestivo, urinario o reproductor, así como la presencia de diferentes patologías o afecciones (ulceras, tumores, litiasis, perforaciones, obstrucciones, entre otras). Con el fin de detectarlas de manera temprana y poder realizar un tratamiento adecuado para cada paciente.

Es sin duda una técnica poco económica y utilizada en el área de radiología veterinaria, puede realizarse mediante radiología convencional (forma estática) o fluoroscopia (dinámica), es necesario realizar el examen bajo anestesia general o una sedación muy controlada según el animal o examen a realizar. Si se desea evaluar la funcionalidad de ciertas estructuras el paciente debe estar despierto.

De igual manera es importante conocer la historia clínica del paciente, al igual que aquellas indicaciones y contraindicaciones de los medios de contraste, correcta dilución, eventos adversos, entre otras.

Tránsito intestinal

Figura 17.
Vista VD 15 min después de la administración de bario.



Fuente: <https://docplayer.es/112934803-Universidad-autonoma-agraria-antonio-narro-unidad-laguna.html>.

Nota: se realizan imágenes en diferentes momentos

Evaluación funcional y estructural del tracto digestivo. Algunas de las patologías que permite identificar son: dilatación esofágica por persistencia de 4° arco aórtico derecho, perforación esofágica, cuerpo extraño, megaesófago, úlceras, obstrucciones, entre otras. Está contraindicado la administración de parasimpaticolíticos como atropina y antiespasmódicos, debido a que modifican la velocidad del tránsito.

En condiciones normales en el perro en tránsito varía entre 2 y 3 horas, mientras que en el gato de 1 y 2 horas. Si en alguno de los casos el tiempo de tránsito es menor, es indicativo de la existencia de enteritis o un estado de nerviosismo.

Preparación del paciente

Ayuno de 6 a 8 horas. El paciente no debe ser anestesiado en caso de que se desea evaluar la funcionalidad. En caso de utilizar tranquilizantes se indican dosis bajas las cuales no modifiquen el peristaltismo.

Insumos

Medio de contraste baritado, mezclado con alimento sólido o semisólido (paté o comida húmeda) atrayente para el paciente.

Jeringa de capacidad de acuerdo con necesidad

Pera de goma*¹

Sonda nasogástrica

El sulfato de bario permite dibujar el contorno con mayor definición, no se debe utilizar en caso de perforaciones. Dosis: solución 20 a 25%, 5 a 12ml/kg de peso, Compuestos yodados se utilizan frente a una sospecha perforación del tracto digestivo, la velocidad del tránsito es superior al sulfato de bario, alcanzando el intestino grueso entre 30

¹ Elemento cuya función es succionar el líquido libre en las vías respiratorias superiores.

a 50 minutos posteriores a la administración. Dosis: solución al 30% es de 3cc/kg de peso. No sobrepasar una dosis total de 50 cc.

Contraindicaciones

Sospecha de perforación intestinal porque la filtración de bario provoca peritonitis. Se debe utilizar contraste yodado.

Proyecciones

Siempre se deben obtener imágenes en proyecciones previas dorso ventral y latero lateral. Estas se mantienen durante el estudio, realizando algunas variaciones de ángulos, según la zona de interés.

Esófago tras la administración del medio de contraste se realiza proyección dorso ventral, el paciente ligeramente oblicuo a fin de evitar la superposición del cuello con la columna.

Estómago se administra $\frac{1}{4}$ de la dosis total y se obtienen imágenes en 4 proyecciones VD, DV, LD y LI.

Intestino delgado se administra la dosis restante y se obtienen imágenes en proyecciones VD, DV, LD y LT en los siguientes tiempos 5, 15, 60 minutos y posteriormente cada hora hasta que el medio de contraste llegue al colon y exista un vaciamiento gástrico. Generalmente el contraste alcanza el colón entre 2 y 4 horas.

Colon por enema

Permite el estudio del recto, colon, ciego y válvula ilio cólica de manera retrograda.

Indicaciones

Sospecha de ulcera, diarrea frecuente, melenas, alteraciones en la defecación, obstrucción, entre otras.

Contraindicaciones

Perforaciones (se utiliza compuesto yodado). No se debe hacer antes de 4 horas tras la aplicación de un enema o antes de 12 horas de una proctoscopia, ya que estos procedimientos generan espasticidad del colon. También está contraindicado en pacientes muy deshidratados.

Preparación de Paciente

Cuando se pueda, se deberá preparar al paciente 24 horas antes con base a una dieta que no genere residuos, lubricantes intestinales, supositorios de glicerina, no debiendo aplicar lavados de agua jabonosa por ser irritantes de mucosas.

Insumos

Sonda Bordex 18, 24 o 30 Fr

Sonda Foley para perros pequeños o gatos.

Pera de goma.

Lubricantes.

Medios de contrastes

Sulfato de bario en suspensión del 15 al 20%, en dosis de 5 a 30 cc/kg.

Compuestos yodados en concentración de 15 a 20%.

Técnicas

Adquisición de radiografías simples en proyección V-D, L-D y L-I. Al introducir la sonda se recomienda efectuar con animal anestesiado y administración del medio de contraste en dosis de 5 cc/kg de peso para sulfato de bario.

Las imágenes radiográficas se realizan en las proyecciones antes indicadas.

De acuerdo con la ubicación y llenado de contraste del intestino grueso, se completa la dosis hasta alcanzar válvula iliocólica.

Obteniendo radiografías en las proyecciones antes mencionadas

Se realiza evacuación del medio de contraste y se obtienen proyecciones V-D y L-I.

Técnica de doble contraste

Aplicación simultánea de un medio de contraste positivo ya sea sulfato de bario o compuesto yodado y de otro negativo como aire o Co₂. Puede realizarse con el animal ligeramente sedado.

Indicaciones

Estudio de mucosa gástrica o cólica.

Estudio de neoformaciones que afectan la pared cólica.

Cuerpos extraños radiotraslúcidos en colon.

Contraindicaciones

Sospecha de ruptura de pared

Gran acumulación de líquido en estómago.

Preparación del paciente

Ayuno de 6 a 8 horas.

Insumos

Sonda Foley o Nelaton.

Jeringa de 50 cc.

Llave tres vías ².

Medio de contraste

Sulfato de bario micro pulverizado en suspensión al 20%, dosis 1 a 3 ml/kg de peso.

Compuestos yodados en solución al 15%.

Aire aproximadamente 6 cc/kg de peso

Gránulos efervescentes los cuales se mezclan con el sulfato de bario en el momento que se va a administrar.

Técnicas para gastrografía de doble contraste

El paciente debe estar entubado y bajo anestesia general. Cuando se introduce la sonda gástrica se percata sobre la presencia de líquido en el estómago y se obtienen radiografías simples en proyecciones D-V, V-D, L-L izq., L-L dcha. Tras la administración del contraste positivo, se recomienda girar al paciente sobre su eje; luego se incorpora el medio de contraste negativo y se obtura la sonda. Posteriormente se obtienen de nuevo las radiografías en las mismas proyecciones antes mencionadas. Terminada la obtención de radiografías, se procede a retirar el gas o aire.

Para sospecha de reflujo gastroesofágico (RGE), se realizan maniobras compresivas en el abdomen (simulando prueba de Valsalva), presentándose ya sea visualización activa

² Vía alterna para la administración de líquidos o medicamentos. En este estudio se utiliza para controlar el paso del medio de contrastes negativo.

del reflujo o signos indirectos tales como: dilatación continua de aire en segmentos esofágicos. En caso positivo se remite a estudio endoscópico.

Urografía excretora

Permite visualizar el tracto urinario a través de la administración de un medio de contraste yodado vía endovenosa y que se excreta por filtración glomerular.

Figura 18.

Estudio de urografía excretora en caninos.



Fuente: <http://radiodiagnosticoveterinario.blogspot.com/2013/07/urografia-excretora-golden-retriever.html>.

Nota: es muy importante sedar al paciente.

Indicaciones

Sospecha o presencia de cambios morfológicos o neoformaciones a nivel renal, sublumbar, prostático o intra pélvico.

Sospecha de cálculos.

Hidronefrosis.

Uréter ectópico.

Ruptura de uréteres.

Contraindicaciones

Pacientes urémicos (evaluar antes y después del examen) y muy deshidratados.

Preparación del paciente

24 horas antes se debe aplicar un enema bajo sedación a fin de evitar la presencia de fecas en colon, así mismo se debe suspender toda ingesta (líquido o sólida) 12 horas antes.

Insumos

Jeringas 20 cc.

Yelco 20 o 22 G.

Banda de 15 a 25 cm de ancho para compresión abdominal.

Medios de contraste

Yodado de uso endovenoso el cual se excreta por vía renal. La dosis para emplear en pequeñas especies oscila entre 2 a 3 ml/kg de peso y en grandes especies entre 3 a 5 ml/kg de peso.

Técnicas radiográficas para urografía excretora

Radiografías previas simples en V-D, L-L DER, L-L izq. Además, se debe establecer una vía endovenosa en el paciente estable.

Existen tres técnicas diferentes que son

1. Baja dosis y volumen de medio contraste administrado en manera rápida (bolo), realizando compresión abdominal. Paciente en decúbito dorsal aplicando una banda de compresión de manera craneal al pubis. Luego se administra el medio de contraste en dosis de 3 mg de yodo/kg de peso de manera rápida (menor a 1 minuto), y se deben obtener radiografías en proyección V-D a los 1,3 y 5 minutos, retirándose la banda compresiva a los 10 min. Luego se toman radiografías en proyección V-D, L-L der, L izq., V-D oblicuas. El proceso se repite a los 15 minutos

2. Baja dosis y volumen de medio de contraste administrado en bolo, no se realiza compresión abdominal. Emplea una dosis de 1 a 3 mg /kg administrado rápidamente obteniéndose la primera radiografía a los 10 seg. después del inicio de la administración. Las imágenes posteriores se obtienen a 1, 3, 5 y 15 minutos en proyecciones similares mencionadas anteriormente.

3. Técnica que emplea alta dosis y volumen administrado por goteo empleando compresión abdominal. La dosis de medio de contraste es de 1 a 3 ml/kg diluirlo en igual volumen de solución salina. Esta solución se administra por goteo en 10 minutos. Posteriormente se obtienen radiografías a los 10 y 20 minutos. Para observar los uréteres bien dilatados, se puede aplicar una sonda Foley con el bulbo distendido a nivel del triángulo vesical.

Cistografía

Permite evaluar las características internas de la vejiga.

Indicaciones.

Hematuria.
Urolitos radio traslúcidos.
Neoplasias intraluminales.
Hernia inguinal y perineal.
Ruptura de vejiga.
Quistes paraprostáticos.

Contraindicaciones

Distensión franca de vejiga por atonía.

Preparación del paciente

24 horas antes se debe aplicar un enema bajo sedación a fin de evitar la presencia de fecas en colon, así mismo se debe suspender toda ingesta (líquido o sólida) 12 horas antes.

Insumos

Jeringa de 20 o 50 cc.
Llave de tres vías.
Sonda o catéter ureteral de 3 a 10 French.
Sonda Foley.
Medio de contraste yodado.

Técnica

Extraer el máximo de orina con ayuda del catéter para que la vejiga se encuentre sin orina (idealmente). Se administra el medio de contraste y se realizan radiografías en proyección D-V y L-L. Terminado el examen se debe vaciar la vejiga.

Mielografía y epidugrafía

En esta técnica se inyecta un medio de contraste positivo en el espacio subaracnoideo (para la mielografía) o en el espacio epidural (Epidurografía) permitiendo evaluar así la integridad de la médula espinal.

Figura 19 y 20.

Correspondientes a mielografía y epidugrafía respectivamente.



Fuente: <https://es-la.facebook.com/AustroVet/posts/mielografia/1836550783224748/>.

Nota: se realiza con ayuda de un fluoroscopio o arco en c

Indicaciones

Hernia de disco intervertebral.

Inestabilidad lumbosacra.

Neoplasias, abscesos, hematomas, malformaciones congénitas, compresiones medulares.

Preparación del paciente

Se requiere al paciente anestesiado y con tubo endotraqueal. Se efectúa una depilación amplia de la zona de puntura (región lumbar) con una asepsia quirúrgica. (No usar compuestos yodados).

Insumos

Campos estériles.

Guantes quirúrgicos estériles.

Jeringas estériles de 25, 5 y 10 cc.

Aguja de punción con estilete de 20 G y 7,5 cm largo. Diazepam 10 mg ampolla.

Anestesia general y elementos de resucitación y monitoreo del paciente.

Medio de contraste

Muchos de los medios de contraste indicados para mielografía tienen una alta probabilidad, posterior a su empleo, de generar complicaciones tales como cuadros convulsivos, inflamaciones crónicas en la zona a estudio, parestesia e incluso la muerte. Un medio de contraste hidrosoluble, no iónico, de baja osmolaridad, entrega una muy buena capacidad o pacificante en la imagen. Es poco estable una vez rehidratado. Hoy en día existen en el mercado otros compuestos con mayor estabilidad, todos no iónicos e isoosmolares o cercana a la del plasma. Permitiendo los estudios contrastados de canal subaracnoideo y epidural con una mayor seguridad, teniendo en cuenta que el examen debe ser realizado por personal debidamente calificado, al igual que otros exámenes donde se desea evitar los efectos derivados por la hiperosmolaridad y disociación de la molécula de triyodado en solución de sus radicales iónicos.

Técnicas

Podemos encontrar dos maneras de realizarla: mielografía alta o anterior y mielografía baja o posterior. Tomamos como referencia lo recomendado en el libro conceptos básicos de Radiología Veterinaria:

Realizar en primera instancia la mielografía baja o posterior, que representa un menor índice de complicaciones en el paciente. La mielografía alta o anterior, se realiza frente a una indicación o cuando la evaluación del segmento cérvico - torácico anterior no se ha logrado con la técnica baja (Mendoza, J).

Artrografía

En esta técnica se inyecta el medio de contraste intraarticular, permitiendo la evaluación de la articulación y estructuras adyacentes. Este procedimiento permite información complementaria a la radiografía simple (puede utilizarse en TC y RM)

Indicaciones

- Lesiones osteocondrales.
- Patología sinovial.
- Inflamación.
- Evaluación pre y posquirúrgica.

Contraindicaciones

Imposibilidad de someter al paciente a anestesia general.

Preparación del paciente

Se requiere al paciente anestesiado y con tubo endotraqueal. Se efectúa una depilación amplia de la zona de puntura con una asepsia quirúrgica.

Técnica

En ocasiones se realizar primero la artrocentesis (para su posterior cultivo y evaluación) con una aguja de 22g y una jeringa de 20cc, se introduce en el espacio articular con flexión máxima de la articulación. Se procede a cambiar la jeringa e inyectar el medio de contraste; el cual no debe exceder 100 a 150 mg/ml, ya que este puede ocultar las estructuras adyacentes y no permitir una correcta visualización. El volumen para utilizar depende de la raza del paciente y la zona a estudiar, la dosis varía entre 2-4 ml/kg. Se proceden a realizar proyección ML-Md Cr a los 1, 5, 10, 15, 20 minutos. oportunamente, evitando que transcurra mucho tiempo de manera que no desaparezca el medio de contraste articular.

Un mundo más novedoso

A partir de la década de los 90 nos encontramos dos de las principales técnicas de imagen que hasta la fecha siguen revolucionando el mundo de las imágenes, son ellas la Tomografía Computada y la Resonancia Magnética. Debido a su alta calidad diagnóstica de múltiples enfermedades y anomalías de los diferentes órganos.

TC (Tomografía Computada)

Este ha sido uno de los pasos más grandes en la historia de la radiología, ofrece una perspectiva muy diferente a la de la radiología convencional, permitiendo obtener imágenes anatómicas en planos 3D de cualquier parte del cuerpo o zona en estudio. Gracias a sus inventores el físico estadounidense A.M. Cormack y el ingeniero inglés Godfrey N. Hounsfield (figura 21).

Figura 21.

A la izquierda, Allan M. Cormack y a la derecha, Godfrey N. Hounsfield.



Fuente:

<https://sites.google.com/a/uabc.edu.mx/logrosmedicos/1979?tmpl=%2Fsystem%2Fapp%2Ftemplates%2Fprint%2F&showPrintDialog=1>.

Nota: son considerados los padres de la TC

Es así como en 1963 el físico Cormack *“llegó a la conclusión de que podía detallar los coeficientes de absorción de una estructura medir las variaciones de intensidad de los haces transmitidos”* (Costa, J., Soria, J. 2015). Cuatro años después el ingeniero Hounsfield comenzó sus investigaciones en el reconocimiento de imágenes y también cómo estas podían ser archivadas en un ordenador, la hipótesis que tenía en un principio *“era que las medidas de transmisión de los rayos X a través de un cuerpo a partir de todas las direcciones posibles contienen toda la información sobre los constituyentes de ese cuerpo”* (Costa, J., Soria, J. 2015). Fue entonces cuando Hounsfield propuso construir un escáner cuyo objetivo principal era crear una imagen en 3 dimensiones, desde los principios de los rayos X implementando diferentes ángulos y utilizando una computadora que permitiera la reconstrucción de las imágenes obtenidas.

Figura 22.
Tomógrafo multidetectores.



Fuente: <https://sanatoriocolegiales.com.ar/servicios/equipos-digitales/tomografo-helicoidal.html>.

Nota: marca GE

detectores los cuales recogen la información que ha atravesado la estructura a estudio, enviándola posteriormente a un digitalizador el cual convierte la información de la señal eléctrica en una imagen real proyectada hacia un monitor de alta resolución, donde se representa la estructura obtenida.

No solo permite imágenes seccionadas axiales; sino que también mediante postprocesos se obtiene imágenes en los diferentes planos del espacio e imágenes volumétricas, manejando cortes muy finos dependiente de la estructura que se desee estudiar variando desde 0.5 mm hasta los 20mm, mejorando no solo el detalle de la estructura en estudio, sino que facilita la reconstrucción de imágenes de alta calidad. Si se desea una definición más alta, se puede recurrir a la utilización de medios de contraste, el cual permite según lo que se desee estudiar, una imagen más nítida. Permitiendo reconocer los diferentes tejidos.

La tomografía se ha convertido hoy en día en una ayuda diagnóstica vital, se puede utilizar también en intervenciones invasivas, toma de biopsias y drenajes de abscesos. Todo esto ha sido posible gracias al desarrollo de nuevas técnicas permitiendo a los nuevos equipos procesar mejor la información y en un menor tiempo; ante todo, sin perder la calidad

La TC es un equipo que utiliza los rayos X, en donde el chasis es sustituido por múltiples detectores, los cuales tras la irradiación del paciente son los encargados de recoger o detectar la información; el tubo gira alrededor del paciente emitiendo un haz de rayos X y en el lado contrario están ubicados los

en la imagen. En donde lo más importante es el apoyo que se le brinda al paciente y a las diferentes especialidades médicas.

La Tomografía en Medicina Veterinaria

La TC es una técnica con un amplio alcance en el ámbito de la medicina humana, sin embargo, esta es una técnica cuyas aplicaciones apenas se están explorando las en el medio veterinario. A medida que pasan los días podemos encontrar el auge que ha tomado el estudio de pequeños animales permitiendo la evaluación de la cavidad nasal, neoformaciones musculo esqueléticas, fracturas, hernias discales, entre otras. Siendo está reservada para unos pocos, debido a su alto costo.

Son numerosas las aplicaciones en pequeños animales, mejorando el diagnóstico de múltiples patologías, ya que los cortes presentan mayor precisión (se puede obtener cortes de 1mm. de grosor) gracias a su alta resolución permite distinguir diferentes estructuras anatómicas de manera detallada y en tiempo real con reconstrucciones tridimensionales de gran calidad.

La interpretación de las imágenes, al igual que las otras técnicas radiológicas requieren un conocimiento muy de tallada de la anatomía de la especie a estudio.

Las principales patologías donde está indicada la TC en medicina veterinaria son:

Tumores de pulmón, procesos infecciosos pulmonares por neumonía, tumores de la parrilla costal, hemotórax, neumotórax, tumores hepáticos, de bazo, de riñón, páncreas, adrenales vejiga, uronefrosis, urolitiasis, lesiones de columna vertebral, fracturas vertebrales, hernias de disco cuando hay calcificación distal. Neoplasias musculares de todo el cuerpo rabdomiomas, abscesos (también neoplasias musculares de osteocondromas) tumores glandulares del cuello tiroides, paratiroides, neoplasias del endo y exocráneo. Adenocarcinomas nasales o de la cavidad ocular. (Farfallini, D. Argentina, 2009).

En Radiología Veterinaria es indispensable tener en cuenta los cortes tomográficos por la posición anatómica de las pequeñas especies (cuadripestación) donde estos cambian su nomenclatura.

Dorsal (coronal): divide el cuerpo en superior e inferior.

Transverso (Axial).

Sagital (sagital): divide el cuerpo en derecha e izquierda.

Al momento de realizar el examen es importante indicar el equipo en qué posición ingresa el paciente, cuando se realizan examen de cráneo se recomienda colocar una seña en el lado derecho, ya que esta posición suele causar confusiones y así se puede evitar un mal diagnóstico. La posición más recomendada es aquella en la que el paciente este más confortable, ya que hay patologías muy álgidas en las mascotas y un mal posicionamiento puede conllevar a una complicación de esta.

El nivel de sedación es acorde al tiempo y al tipo de estudio requerido; generalmente si es leve nos referimos a una sedación de 5 minutos aproximadamente y si se requiere una más extensa (para una urotomografía) puede tener una duración de hasta 15 minutos.

Se debe colocar el paciente en el isocentro del gantry, con ayuda de las líneas de referencia para así poder lograr una distribución óptima y variar la dosis de radiación según el paciente o área a estudio.

También podemos encontrar estudios contrastados, con sus fases habituales: simple, arterial, venosa y tardía. Utilizados para angio-TC la cual permite visualizar obstrucciones, aneurismas, trombo embolismo, entre otras. Se puede utilizar equipos de 4,16,32 o más detectores, en bolo a gran presión.

RM (Resonancia Magnética)

Esta ha sido una de las tecnologías que más ha revolucionado el campo médico, todo gracias a su alta capacidad diagnóstica y gran resolución, la cual ha evolucionado vertiginosamente durante los últimos tiempos.

En esta historia se mezclan matemáticos, ingenieros físicos y médicos quienes fueron desarrollando múltiples conceptos los cuales se fueron articulando hasta llegar a este gran resultado que conocemos hoy en día como Resonancia Magnética, donde utilizaron elementos tan diversos como:

Transformadas de Fourier y Radon, el concepto de spin, el spin nuclear, la medición de los momentos magnéticos en el neutrón, en el protón, en la materia condensada, en los tejidos, la solución de ecuaciones integrales, la retroproyección, la difusión, los gradientes, la codificación de la señal en frecuencia espacial, el espacio-K, las transformadas dobles de Fourier y la imagen. (Revista Chilena de Radiología, 2008)

Entre ellos podemos encontrar al francés Jean Baptiste Joseph Fourier, el cual realizó estudios sobre la propagación del calor. Hans Oersted, observó como una brújula se movía en dirección a un cable conductor, descubriendo la relación entre electricidad y magnetismo. Michael Faraday, en 1831 logrando así mostrar cómo un imán podía inducir corriente en un conductor.

Uno de los pasos más importante fue en 1971, cuando el Dr. Raymond Damadian; demostró que en la resonancia magnética podía utilizarse para detectar enfermedades, ya que los tejidos emiten señales las cuales varían en su duración, todo esto en respuesta al campo magnético. Creando al año siguiente el primer equipo de resonancia magnética. Paul Lauterbur desarrolló la técnica para generar las primeras imágenes en 2D y 3D utilizando gradientes. Peter Mansfield, extendió el uso de los gradientes mediante un

modelo matemático permitiendo acelerar la captura de las imágenes, pasando de horas a tan solo segundos y con mejor definición.

Es así como la RM “utiliza campos magnéticos y ondas de radio para producir imágenes de cortes finos de tejidos (imágenes tomográficas). Normalmente, los protones dentro de los tejidos giran para producir campos magnéticos diminutos que están alineados al azar. Cuando están rodeados por el fuerte campo magnético de un dispositivo de RM, los ejes magnéticos se alinean a lo largo de ese campo.” (Manual MSD.2021).

Luego de esto se debe aplicar el pulso de radiofrecuencia, en donde momentáneamente los protones quedan alineados contra el campo magnético. Posteriormente estos protones se relajan, liberando su energía la cual se registra como intensidades de señal, especialmente localizadas en las bobinas dentro del resonador y donde diferentes algoritmos computarizados recogen la señal y es allí donde se producen las imágenes anatómicas del tejido a tratar.

Cada día aumenta la calidad en la imagen y precisión en el diagnóstico; debido a la variedad de secuencias que se incorporan a los equipos, permitiendo una mejor caracterización de los tejidos y patologías. Ahora los equipos son más potentes, los estudios son más rápidos, mejor resolución y cortes más finos.

La resonancia magnética en la medicina veterinaria

La resonancia magnética o RM es una técnica de imagen diagnóstica perteneciente a

Figura 23.
Resonador Universidad Complutense Madrid (2017).



Fuente:
<https://www.ucm.es/hcv/diagnostico-por-image>

Nota: resonador de campo abierto

la radiología, cuyo principio físico para la generación de imagen no depende en este caso de la radiación ionizante o Rayos X, sino de la interacción de un campo magnético generado por un imán de gran tamaño en forma circular y pulsos de radiofrecuencia con los núcleos atómicos de hidrogeno presentes en todos los seres vivos. Como resultado esta técnica ofrece imágenes con una definición de alta calidad que permite bajo la combinación de diferentes secuencias y el uso de medios de contraste como el Gadolinio; la visualización multiplanar del objeto de estudio con una distinción especial de las estructuras a examinar. Es por esto por lo que en el área de medicina veterinaria se ha visto un crecimiento en la utilización de esta técnica como complemento para brindar un diagnóstico efectivo

Si bien un resonador para el análisis de animales pequeños podría ser el mismo que para el análisis de humanos; la diferencia radica en los aditamentos para la realización de dichos estudios en grandes especies de animales (La mesa, fijadores externos, Almohadillas de fijación, entre otros).

Para estos fines las entidades dedicadas a la atención medica veterinaria han implementado los resonadores de campo abierto garantizando de esta manera la realización de estudios a una mayor cantidad de especies; Pero ustedes se preguntarán, que es un resonador de campo abierto, si a la mayoría de las personas a quienes les han practicado una RM han tenido contacto solo con el resonador convencional (Fig. 2). Un resonador de campo abierto cuenta con la misma tecnología de un resonador convencional, la diferencia es que el diseño del imán del resonador convencional es circular, es decir, estos resonadores son

Figura 24.
Resonador



Fuente: <https://andina.pe/agencia/noticia-incn-inaugura-resonador-magnetico-permitira-hallar-tumores-el-cerebro-492313.aspx>.

Nota: casa fabricante SIEMENS.

cerrados y pueden representar un limitante en cuanto al diámetro que puede abarcar en relación con el objeto de estudio. En cambio, el resonador de campo abierto cuenta con un diseño del imán en forma de C (Fig. 3) lo que permite abarcar un diámetro mayor haciéndolo ideal para estudio en radiología veterinaria de grandes especies; pero a su vez, este tipo de equipo se enfrenta a una gran limitante en relación a su intensidad de campo, ya que los resonadores de campo abierto presentan una intensidad medida en Tesla (T), no mayor de 0.35, catalogados como imanes de bajo campo.

Figura 25.
Diagnostico Medico por Imagen (DMI),



Fuente:

<http://www.dmidagnostico.com/resonancia-abierta>.

Nota: resonador de campo abierto

En este apartado se describirán aquellos estudios documentados en radiología veterinaria bajo el método de RM cuya contribución genera un precedente que abre paso a la evolución de esta rama de la radiología y ayuda a definir el manejo en situaciones complejas que pueden presentarse en medicina veterinaria.

Aplicaciones de la RM en la medicina veterinaria

Tras la concientización del ser humano en torno al cuidado de los animales; la RM ha mostrado una gran evolución en el campo clínico y quirúrgico de pequeñas y grandes especies. Esto se debe a su gran utilidad en el diagnóstico de diversas patologías, por lo cual suele ser sugerida por el profesional en medicina veterinaria como complemento para tener una certeza en el diagnóstico, pues la RM encuentra sus principales aplicaciones en el estudio de:

Cabeza u hocico: Esto incluye la órbita, la cavidad nasal y otras estructuras

Sistema nervioso central: encéfalo y columna

Cuello

Tórax, abdomen y pelvis

Sistema musculoesquelético

Para describir más a fondo el uso de la RM en la radiología veterinaria, definiremos las indicaciones para los estudios previamente mencionados:

Cabeza

Es de vital ayuda debido a la gran superposición de estructuras que alberga en su interior, razón por la cual no podrían ser correctamente evaluada sin la ayuda de la TC o RM. Se indica en los casos donde se desee evaluar:

Orbita

Se estudian las regiones cubiertas por hueso.

Valoración del globo ocular, región periorbitaria y el nervio óptico.

Se considera de gran utilidad en casos de patología orbitaria como por ejemplo abscesos retrobulbares, masas, miositis y celulitis, entre otros.

Cavidad nasal

La RM es ideal para la valoración de la mucosa nasal debido al contraste que aporta a la visualización de los tejidos blandos, así mismo permite la exploración de las turbinas nasales y la lámina cribosa.

Es utilizada para la detección de tumores nasales, rinitis entre otras patologías que se asientan en esta región; evaluando su extensión a estructuras adyacentes.

Oído

La RM suele ser usada para valoración del oído externo, medio e interno; es una herramienta de vital importancia en la evaluación de patologías tales como otitis, síndrome vestibular, neurinoma del acústico, entre otros.

Sistema nervioso central (SNC): Patología intracraneal

Tanto en humanos como en animales la técnica por excelencia para valoración del sistema nervioso central es la RM, pues las otras técnicas de imagen no pueden brindar una correcta distinción de los componentes del encéfalo y el tejido nervioso.

Lo usual al realizar exploraciones de cráneo es realizar secuencias potenciadas en T1 pre y post contraste, igualmente se realizan secuencias potenciadas en T2, con cortes de 2,5-3,5 mm de grosor, esto dependiendo del tamaño del paciente y se utilizan además secuencias de supresión de líquidos como lo es un FLAIR y secuencias de supresión grasa como el STIR.

Neoplasias

La RM permite detectar su localización, tamaño y distribución.

A pesar de que la RM ofrece la posibilidad de caracterizar algunos tumores, la certeza de estos solo podrá ser obtenida histopatológicamente pues en muchos casos la imagen resulta ser inespecífica para brindar una acertada caracterización.

Las neoplasias al descubrirse pueden ser primarias (que solo afecta esa región) o metastásicas (que afecta los tejidos e incluso órganos y sistemas anatómicos adyacentes).

Los tumores intracraneales se clasifican en tumores intra axiales (lesiones dentro del parénquima cerebral) que abarca aquellos tumores de células gliales como el

glioblastoma, oligodendroglioma, entre otros. Y Tumores extra axiales (lesiones externas al parénquima cerebral); estas lesiones abarcan meningiomas, tumores de plexos coroideos, entre otros.

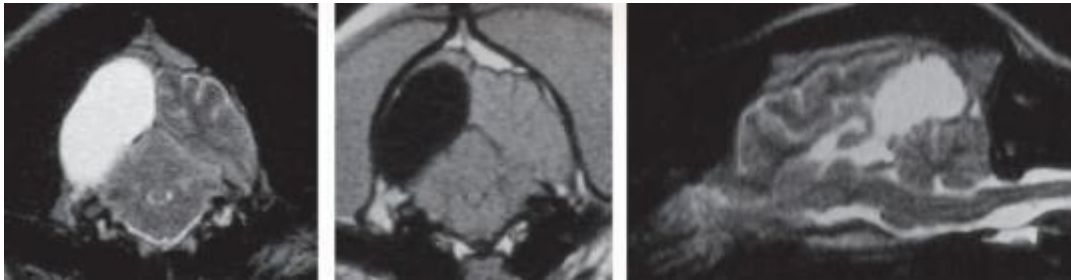
Usualmente en los estudios evidenciaremos que las metástasis se ubican a nivel intra-axial.

Los procesos tumorales en el cerebro suelen ser hiperintensos en imágenes potenciadas en T2 y con una intensidad media en relación con el tejido cerebral normal en secuencias potenciadas en T1.

Los tumores intra axiales pueden presentar un grado y realce en los estudios de manera variable debido a que en algunos puede presentar un realce característico en

Figura 26.

Pellegrino, F. C (2011). Ejemplo sobre patología intracraneal.



Fuente: http://neurovetargentina.com.ar/publicaciones/revista_neurovet_02.pdf#page=29

Nota: Se muestran cortes transversales correspondientes a secuencia T2 (izquierda) y T1 (centro) donde se detecta que los bordes de la hendidura cavitaria entre el ventrículo y la zona leptomenígea se encuentran recubiertos de corteza cerebral. La imagen a la derecha nos muestra un corte sagital en una secuencia dependiente de T2 donde se observa la comunicación entre el ventrículo lateral izq. Y la zona leptomenígea.

Otros pueden simplemente no realzar. En caso de presentar realce este puede darse en forma homogénea, heterogéneo o en forma de anillo.

Lesiones vasculares

Dado que la técnica ideal para detectar sangrados activos en el cerebro (Hemorragia), es la TC; en RM se analizan los infartos para valoración de daños posteriores al evento de carácter isquémico.

Los infartos pueden presentarse a nivel del cerebelo, tronco del encéfalo y prosencéfalo; esta lesión suele presentarse en su característica forma triangular correspondiente a la arteria afectada.

Estas lesiones se muestran hiperintensas en secuencias dependientes de T2 y con unaligera hipointensidad o intensidad media en secuencias dependientes de T1 en comparación con el tejido cerebral normal.

Si se realiza el estudio en un periodo corto de tiempo (1-2 días) del evento isquémico cerebral no va a mostrar un mayor realce tras la aplicación del gadolinio (MC usado en RM); pero de 3 a 5 días de haberse presentado el infarto la captación de señal en el material aportado por la lesión vascular será mucho mayor, principalmente en la periferia de la lesión, esto claro suministrando medio de contraste.

Pasado el tiempo que caracteriza las fases subagudas y crónicas (3-5 días) suele presentarse edema vasogénico que genera un efecto de masa o desplazamiento.**Lesiones Inflammatorias**

Este tipo de lesiones en el SNC son causadas por agentes infecciosos como bacterias, virus o parásitos en la mayoría de los casos, sin embargo, también pueden presentarse lesiones de origen no infeccioso como la meningoencefalitis granulomatosa.

Se pueden presentar de manera multifocal o difusa.

Estas lesiones presentan una isointensidad de señal en las secuencias T1 con respecto al tejido cerebral normal y en secuencias dependientes de T2 presentan una hiperintensidad de señal.

Se recomienda el uso de la secuencia de supresión líquida FLAIR como complemento en caso de sospecha de este tipo de lesiones pues suelen ser sutiles.

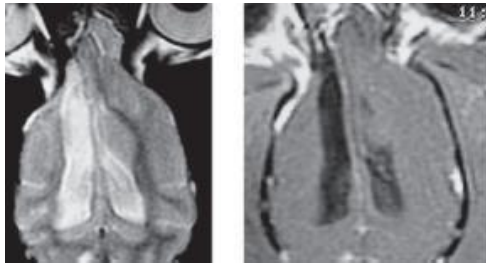
Malformaciones

La RM ha demostrado tener una jerarquía en el análisis de las diversas malformaciones que afectan el encéfalo, la más usual es la hidrocefalia, caracterizada por la acumulación excesiva de LCR en el sistema ventricular. Pero existen otro tipo demalformaciones como la hipoplasia cerebelar y las malformaciones a nivel del hueso occipital y el foramen magno.

Sistema nervioso central

Figura 27.

Ejemplo sobre patología intracraneal.



Fuente:

http://neurovetargentina.com.ar/publicaciones/revista_neurovet_02.pdf#page=29.

Nota: Malformación cerebral

Columna

El artículo del profesor Manso Díaz para la Universidad Complutense de Madrid

dice que:

El protocolo utilizado para el estudio de columna vertebral suele componerse únicamente de secuencias potenciadas en T1 y T2 en los planos sagital y transversal. El plano dorsal aporta gran información, aunque su uso no está tan extendido. Lo mismo ocurre con las imágenes potenciadas en T1 tras la administración de contraste, pues no son de uso rutinario en los estudios de columna. En algunos casos se incluye secuencias de supresión grasa, como el STIR, porque al suprimir la grasa son muy sensibles al edema. Díaz, G. M. (2012).

Patología discal

Esta es una de las enfermedades espinales más frecuentes en animales pequeños; la RM es la técnica que mejor permite evaluar en este caso, el disco intervertebral y la medula espinal, contribuyendo con información valiosa para determinar tantoun tratamiento como un pronóstico del paciente.

Las imágenes generadas con RM representan múltiples beneficios como cuantificar la cantidad de discos intervertebrales afectados, el grado de compresión de los mismos y detectar la presencia de una hemorragia, edema o malacia medular.

Las secuencias dependientes de T2 muestran el núcleo pulposo, que en condiciones normales posee una hiperintensidad de señal; Hipointenso debido a la pérdida de líquido por degeneración.

Neoplasias Espinales

En el estudio o valoración de lesiones tumorales a nivel de la medula espinal resulta ideal el uso de secuencias con supresión grasa como lo puede ser un STIR-SPAIR. Esto permite la localización del tumor y su extensión.

Las secuencias T1 tras la administración de medio de contraste suelen captarla forma y delimitar los márgenes del tumor gracias a la hiperintensidad de este aportada a la imagen.

Estos procesos tumorales pueden afectar a la medula espinal, las raíces nerviosas, las vértebras y los tejidos blandos para espinales.

Lesiones vasculares

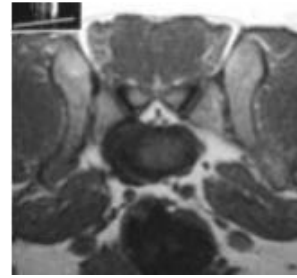
Cuando hablamos de lesiones vasculares a nivel de la medula espinal lo más frecuente es encontrarnos con un embolismo fibrocartilaginoso, que es caracterizado por presentar edema medular.

Se muestra como una región hiperintensa en las secuencias dependientes de T2, con presencia de hemorragia en algunas ocasiones.

Traumatismos

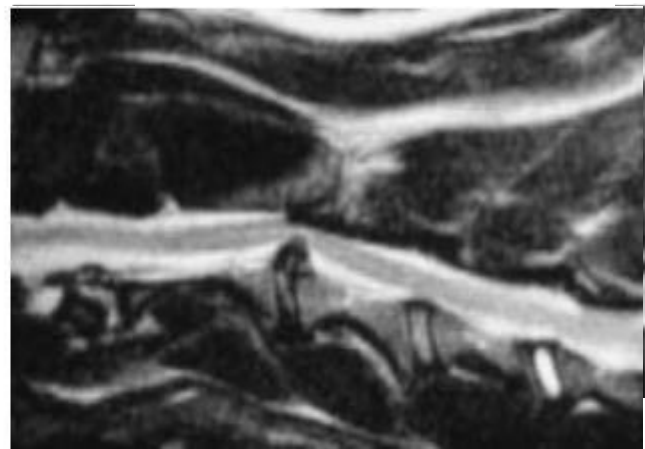
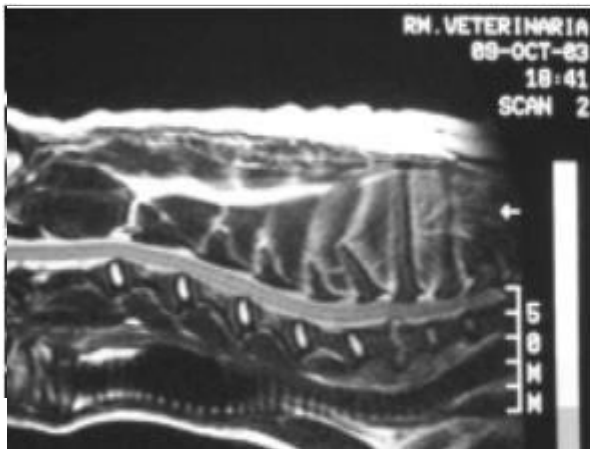
Si bien cuando se trata de traumatismos, la primera línea en la atención médica por rapidez y efectividad en muchos casos es la radiografía; La RM es necesaria para determinar el estado de la médula espinal, pues esta puede presentar seccionamiento medular, edema, malacia o hemorragia.

Figura 28.
Ejemplo de patología discal.



Fuente:
<http://www.colvema.org/PDF/Lesiespinal.pdf>
Nota: corte axial

Figura 29.
Ejemplo de Patología discal



Fuente: Fernández V. L. (2003) <http://www.colvema.org/PDF/Lesiespinal.pdf>

Nota: Se muestran planos sagitales en secuencias dependientes de T2 de la columna cervical de 2 pacientes que presentan compresión medular por hernia discal. En la imagen de la izquierda tenemos un doberman con tetraparesia crónica progresiva, representada en la imagen por una alteración de la señal, conformación de los cuerpos vertebrales y disco C7-T1 correspondiente a una espondilomielopatía cervical caudal.

Sistema musculoesquelético

Recientemente se ha venido incrementando el uso de RM como método diagnóstico en la valoración del sistema musculoesquelético en pequeños animales; los estudios que más se hacen son para el estudio de las articulaciones del hombro, codo y rodilla. Pues esta técnica permite visualizar con imágenes de gran calidad señales de artrosis, lesiones a nivel del menisco, roturas ligamentosas, tendinitis, lesiones óseas, entre otras.

También es útil en la valoración de masas de tejido blando, aportando información de su naturaleza, localización exacta, tamaño y extensión. Siendo considerada una herramienta de apoyo en la planeación quirúrgica de un tumor de tejido blando.

Estudio de rodilla

La RM ha mostrado ser una herramienta eficaz que complementa otras técnicas como la ecografía y la TC en el diagnóstico de patologías que afectan aquellos tejidos articulares o conectivos de los pequeños y grandes animales; por ende, cada vez es más usual la realización de este tipo de estudios. Sin embargo, no deja de ser la última opción en la línea de acción de un arduo proceso de análisis clínico por parte del médico veterinario, dado que la utilización de este método diagnóstico infiere una inversión mucho mayor para el dueño del animal; se requiere una adecuada fundamentación, es decir, por qué y que se desea valorar.

Debido a la valiosa información que aporta la RM en relación con los tejidos que conforman los espacios articulares, en las estructuras óseas de las extremidades de los animales; se ha hecho posible la identificación de diversas patologías o lesiones que afectan a los pequeños y grandes animales como pueden ser el perro, el gato o el caballo, quienes pueden presentar: Rotura de ligamento cruzado craneal, patología meniscal, entre otras.

Figura 30.
RM Rodilla. Altónaga, J. R (2017)



Fuente: <https://www.serme.es/wp-content/uploads/2016/05/capitulo11p.pdf>.
Nota: lesión a nivel de rodilla, se muestra para este caso una imagen sagital con rotura de ligamento cruzado anterior (LCA), con presencia de masa homogénea en el espacio intercondíleo, y adicionalmente se observa desplazamiento caudal del ligamento cruzado posterior (LCP).

Se utilizan secuencias dependientes de T1, dependientes de T2, densidad de protones y supresión grasa como el STIR con un grosor de corte de 5mm sin intervalos entre cortes, abarcando la región a explorar.

Cuello

Esta es una de las regiones anatómicas con más incidencia en gran variedad de patologías que afectan los tejidos blandos, debido a esto, se usa la RM como complemento a técnicas como la ecografía que es la primera línea de acción en estos casos.

Sus imágenes multiplanares ofrecen una imagen global de la región anatómica, lo cual representa una ventaja a la hora de determinar el tamaño, características y grado de extensión de diversas patologías; lo más común es que al realizar estudios de RM en cuello, nos encontremos con masas tiroideas, linfadenopatías, masas laríngeas-traqueales, entre otras.

La RM permite la obtención de angiografías, lo que quirúrgicamente hablando representa una herramienta fundamental en la planeación y viabilidad de la remoción de una masa ubicada en los tejidos blandos del cuello.

Tórax, abdomen y pelvis

Citando el artículo donde el profesor Manso Díaz nos habla de las limitaciones que enfrenta la RM para el estudio de estas regiones nos dice que:

El uso de la RM para el estudio de estas regiones no está tan extendido como para las anteriores. Generalmente con la ecografía se obtiene la información necesaria para poder establecer un diagnóstico. Además, el uso de otras técnicas como la TC, que son más

baratas y rápidas, está desplazando el uso de la RM. Sin embargo, la RM es una alternativa muy útil en regiones como la pelvis donde, como consecuencia de la presencia de hueso, las ventanas acústicas para la ecografía se encuentran muy limitadas.

En el estudio del abdomen craneal y el tórax la gran limitación de la RM es el movimiento respiratorio, pues genera un artefacto que impide obtener imágenes de gran calidad. Con el uso de nuevos equipos de alto campo se está eliminando este problema, ya que permiten adquirir en un tiempo menor y sincronizar la adquisición con la respiración o incluso con el movimiento cardíaco.” Díaz, G. M. (2012).

Podemos determinar entonces que la RM no es de gran uso en el estudio de tórax y abdomen pues enfrenta una gran desventaja en cuanto a la efectividad diagnóstica con respecto a otras técnicas radiológicas; por ende, salvo por los estudios de pelvis, será esporádica la ocasión donde nos encontremos con estudios de estas regiones anatómicas por RM, pues si bien en la literatura nos mencionan una alternativa para dar solución o eliminar ese tipo de desventajas, representa una incursión de equipos muy costosos dedicados a esta área que apenas viene en crecimiento dentro de nuestro país por lo que probablemente sea una alternativa que demore unos años en implementarse.

Almacenamientos y transmisión de las imágenes

Todas las tecnologías antes mencionadas utilizan almacenamiento, seguimiento y distribución de las imágenes de manera que el profesional pueda acceder a la información. Todo gracias a la digitalización que se está manejando en el ámbito hospitalario, en donde encontramos los sistemas PACS y RIS.

PACS (Picture Archiving and Communications System)

Sistema de almacenamiento y distribución de imagen, el protocolo específico que maneja es el DICOM (Digital Imaging Communication on Medicine). Encontramos que las

imágenes no pueden tratarse de manera independiente, sino que son agrupadas en serie las cuales a su vez se unen en estudios.

Un PACS está constituido por un programa que funciona en un ordenador, el cual es capaz de almacenar las imágenes y recuperarlas de manera casi automática.

RIS (Radiology Information System)

Gestiona las tareas administrativas del departamento de radiología: citas, registro de actividades, facturación, estadísticas e informes. Desde que se solicita el estudio del paciente hasta el informe de resultados, generalmente funciona con lista de trabajo (work-list), permitiendo mejorar la productividad y teniendo un mayor control y orden en los departamentos. En algunos centros utilizan el programa HIS (Hospital Information System).

Integración PACS-RIS

Tomamos como referencia lo citado en el Monográfico: Radiología Digital. “El RIS proporciona al PACS toda la información sobre las citaciones existentes, esto implica que cualquier estudio que queramos almacenar en el PACS, ha de tener una cita previa al RIS. A su vez el PACS notificará al RIS que el estudio ha sido realizado y completado para posteriormente proporcionar al radiólogo las imágenes de la exploración realizada de forma que éste pueda elaborar el informe correspondiente en el RIS.” (Bordis, F., Chavarria, M.) Por ende, se notifica al PACS que el examen ya ha finalizado.

Radiología Veterinaria

Un poco de su historia

La historia de la medicina veterinaria tiene su origen en las primeras civilizaciones de la india, Mesopotamia-Chica, que se basaron primeramente en la ganadería y la agricultura. Hipócrates y Aristóteles fueron dos grandes impulsores de las ciencias veterinarias, los cuales estudiaron las posibles causas científicas de las afecciones tanto de los seres humanos, como de los animales y las plantas. En los siglos XVI y XVII las ciencias veterinarias comienzan su evolución y la rama de la medicina veterinaria como ciencia nace con la formación de las primeras escuelas europeas.

Es así como la Radiología Veterinaria inicia su desarrollo en las postrimerías del siglo XIX, destacándose la actividad de quien se considera Padre de la Radiología Veterinaria, Dr. Richard Eberlein de Alemania. Si bien es cierto este desarrollo se verifica a través de la publicación de diversos artículos y textos, hubo que esperar el término la Segunda Guerra Mundial para constatar una verdadera expansión e intensificación en el estudio, investigación y utilización de esta técnica en el ámbito mundial. En Sud América, destacan en el desarrollo inicial de la especialidad el Profesor Dr. Benedicto Wladimir da Martin en la Universidad de Sao Paulo donde alcanza el reconocimiento de su Universidad, al ser nombrado Profesor Emérito y la de sus pares quienes le distinguen y reconocen como nombran Padre de la Radiología Veterinaria de Brasil. Fundamental fué el impulso y la fuerza la desarrollada por los Profesores Dr. Héctor Lazaneo en la Universidad de la República en Uruguay, Dr. Gustavo Ayllón de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos en Lima, Perú y Dr. Fernando Bosch B. en la Universidad de Chile, a ellos se les reconoce como los fundadores de la disciplina en sus respectivos países. Chile, al igual que otros países de América incorporó en forma temprana el uso de la radiología con fines diagnósticos en Medicina Veterinaria.

Ya hacia 1943 el Dr. Carlos Rojas en su estudio titulado “Estudio radiológico del desarrollo esquelético del ternero” de la revista de medicina veterinaria, denota la importancia de incluir dentro de los pensum académicos universitarios la cátedra de radiología veterinaria como campo base del diagnóstico médico en esta disciplina, el Dr. rojas afirma que: El clínico, al sumar los datos obtenidos por su observación personal a los datos dados por su colega radiólogo, puede llegar a un diagnóstico cierto e instituir un tratamiento acertado. En atención a lo anteriormente anotado, considero de necesidad apremiante incluir en el pènsu de nuestra Facultad un curso de radiodiagnòstico, que capacite a los mèdicos veterinarios del mañana para valerse de estos procedimientos de examen en su pràctica diaria. La Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional, si quiere dar una enseñanza completa a la altura de nuestra època, no puede olvidar en su pènsu de estudios esta rama moderna de nuestra profesiòn, de valor indiscutible para el clìnico veterinario.

El uso de los aparatos de rayos X en clínica veterinaria era algo excepcional hace sólo 30 años. La radiología era una materia muy secundaria en las Facultades de Medicina Veterinaria en donde sólo se estudiaban sus nociones más elementales. La situación ha cambiado por completo en los últimos años (Ficus, 1980).

Los métodos por imágenes como la ultrasonografía, la tomografía computada, la resonancia magnética y la medicina nuclear han expandido la capacidad de diagnóstico y entendimiento en veterinaria más allá de lo que Roentgen pudo nunca imaginar. La proliferación de las nuevas tecnologías ha transformado y enriquecido el diagnóstico por imágenes en este campo. En los animales los dos métodos por imágenes más utilizados y al alcance son la radiografía y la ultrasonografía. Solas o en conjunto, permiten el examen de casi todo un órgano, o de una parte corporal (Graham, 2002).

La primera radiografía en Colombia fue tomada por el Dr. Juan Bautista Montoya y Flórez el 4 de julio de 1902 en la ciudad de Medellín, la imagen obtenida mostró una fractura de la mano izquierda, de esta forma, se inicia una nueva época de la medicina en Colombia, donde los clínicos reconocen en las imágenes diagnósticas una ayuda importante para el tratamiento de sus pacientes. Toscano, M., Durán J. (2016).

En subespecialidad de la medicina veterinaria inicia con la llegada al país del doctor Oton Felipe Brown, veterinario de origen alemán, que se caracterizó por ser un sabio profesor e investigador (Forero, G. L. (1985). Se establece aproximadamente que hace un siglo la radiología usaba la proyección convencional con películas para captar la imagen radiográfica, esa película expuesta se procesaba químicamente y se generaba una imagen visible para el diagnóstico, en contexto de los años 60, varios investigadores creían que solamente se podía esperar de este tipo de sistema de película, pequeñas mejoras en calidad de la imagen para un futuro cercano. Los rayos X muy rápidamente comenzaron su utilización a nivel clínico, fue el sistema óseo el primero en ser estudiado radiológicamente, ya que este podía dejar una sombra más nítida y precisa en las placas radiográficas y se aplicaron para el diagnóstico de las fracturas, su imagen era tan clara y nítida, que hoy no es posible hacer un diagnóstico preciso de una fractura sin recurrir a los rayos X. Entre las múltiples aplicaciones de la radiología que permitieron establecer un diagnóstico claro, se enfocó en el estudio de enfermedades óseas, llegando a diagnosticar radiológicamente procesos inflamatorios como osteomielitis, las alteraciones osteoarticulares, los tumores óseos benignos y malignos, la osteocondritis, la artritis, entre otros. Estas aplicaciones no solo se limitaban al uso humano, fue así como en el campo de la veterinaria, cada especialista reconoció los rayos X como una herramienta que aportó información valiosa para el diagnóstico primario en múltiples afecciones clínicas; es entonces hasta la década de los años 90 que todos los esfuerzos en pro de la evolución, orientaron a los veterinarios y especialistas de esta disciplina, a pensar en medios que requerirían compromisos satisfactorios para una transición de la radiología convencional, hacia un mundo digital. El primer paso fue la utilización de los sistemas de digitalización de películas a través de escáner (IR), en segundo lugar, aparecieron los sistemas de películas de fosforo (CR) y finalmente, la captura directa de la imagen (DR). En los últimos 5 años la radiología veterinaria adquirió un enfoque tanto en razas pequeñas y grandes, como en fauna silvestre favoreciendo un avance significativo, llegando incluso a sustituir en muchos casos otros tipos de ayudas diagnósticas por imagen (Ej. Mielografía, Epidurografía).

En la clínica diaria de pequeños y grandes animales se hace necesario el uso de diferentes herramientas tecnológicas que permitan obtener diagnósticos más exactos

y rápidos, facilitando la instauración de tratamientos precisos que mejoren el pronóstico de los pacientes, por esta razón y dado el creciente número de animales de compañía, ha habido también una creciente demanda en la asistencia y diversidad de servicios profesionales (Vilche Zeballos, 2016).

La incorporación y masificación de una tecnología, cualquiera sea su modalidad, debe ir acompañado de un sistema de enseñanza - aprendizaje que permita al usuario obtener la mayor eficiencia de ese recurso. En el caso específico del empleo de radiación X con fines diagnósticos, ésta adquiere mayor validez porque este recurso diagnóstico representa un riesgo para la salud del hombre y los animales; este riesgo potencialmente se magnifica cuando esta tecnología se usa en forma inapropiada, se hace entonces necesaria la modernización y actualización de ayudas diagnósticas que permitan facilitar y mejorar la calidad de los servicios médicos veterinarios que se prestan.

Inicios de la Radiología Veterinaria en el Departamento de Antioquia

Se establece en algunas fuentes informativas, que en la búsqueda de varias revistas médicas publicadas en Colombia entre 1900 y 1915 en la biblioteca médica del Hospital de San José, la biblioteca de la Universidad Nacional de Colombia y la biblioteca médica de la Facultad de Medicina de la Universidad de Antioquia. Se consultaron las siguientes revistas de la época: Acta Médica Colombiana, Anales de la Academia de Medicina de Medellín y Repertorio de Medicina y Cirugía. La primera radiografía en Colombia fue tomada por el Dr. Juan Bautista Montoya y Flórez el 4 de julio de 1902 en la ciudad de Medellín. La imagen obtenida mostró una fractura oblicua en la falange proximal del cuarto dedo de la mano izquierda y varios fragmentos de

plomo adyacente, información que permitió al cirujano realizar la extracción de los fragmentos con éxito. De esta forma, se inicia una nueva época de la medicina en Colombia, donde los clínicos reconocen en las imágenes diagnósticas una ayuda importante para el tratamiento de sus pacientes. (Toscano, M., Durán J.

Figura 31.
Radiografía de mano izquierda.



Fuente: Fotografía tomada del ejemplar original en la biblioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad de Antioquia.

Nota: Fue la primera radiografía tomada en Colombia por el Dr. Juan Bautista Montoya y Flórez, en 1902.

2016).

No se establece con seguridad un inicio preciso de la radiología veterinaria en el Departamento de Antioquia , pero se sabe que como asignatura de imagenología inicia en el programa de medicina veterinaria de la universidad de Antioquia, a la fecha se encuentra vigente, la cual fue aprobada mediante acuerdo de facultad 202 de octubre 21 de 2013, la cual incluye en su plan de formación , la asignatura imagenología veterinaria, la cual está ubicada en el segundo nivel, pertenece al núcleo de formación interdisciplinar, es complementaria y teórico-práctica.

En la clínica diaria de pequeños y grandes animales se hace necesario el uso de diferentes herramientas tecnológicas que permitan obtener diagnósticos más exactos y rápidos, facilitando la instauración de tratamientos precisos que mejoren el pronóstico de los pacientes, por esta razón y dado el creciente número de animales de compañía, ha habido también una creciente demanda en la asistencia y diversidad de servicios profesionales (Vilche Zeballos, 2016). Se hace necesaria la modernización y actualización de ayudas diagnósticas que permitan facilitar y mejorar la calidad de los servicios médicos veterinarios que se prestan. Los estudios médicos existentes en el área de imagenología para diagnóstico de enfermedades han buscado ir más allá en los diagnósticos, resaltando la gran importancia de los estudios por imágenes avanzados, que complementa y mejora los diagnósticos como es la ecografía, fluoroscopia, tomografía computarizada y resonancia magnética.

Radiología en medicina veterinaria

El examen radiográfico es ampliamente utilizado en medicina veterinaria en diagnóstico de alteraciones en varios sistemas como respiratorio, locomotor y abdominal. Es uno de los primeros exámenes elegidos por el veterinario porque es rápido y no invasivo además de tener un menor costo en comparación con otros estudios por imagen, que puede conducir directamente al diagnóstico o determinar que otros exámenes serán necesarios para esto. Debido a que se usa tanto en la rutina clínica, como prueba de detección para solicitud de nuevos exámenes y del cierre directo del diagnóstico, esto es un examen que debe ser realizado por profesionales especializados para que el servicio sea efectivo. Veamos algunas ventajas y desventajas de la radiología convencional y la radiología digital.

Tabla 2

Radiología Digital vs. Radiología Convencional en medicina veterinaria

Radiología Digital	Radiología Convencional.
Ventajas.	Desventajas.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Posibilidad de enviar los estudios de forma inmediata vía red o correo electrónico a otros veterinarios o servicios de diagnóstico (telerradiología). ▪ Rapidez del estudio, en los digital radiography (DR) la imagen radiográfica aparece en el monitor segundos después de realizar el disparo de rayos X. ▪ Las imágenes obtenidas se pueden ampliar de tamaño para una mejor evaluación de lesiones potenciales, comparar simultáneamente una extremidad con la opuesta. ▪ Podemos evaluar las imágenes en 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cuando no se tiene experiencia placas subexpuestas o sobreexpuestas. ▪ Uso de chasis, película radiográfica, cinta con plomo para identificar las radiografías, marcador de destello luminoso, marcadores de plomo. ▪ La calidad de la placa radiográfica depende de la experiencia del auxiliar, técnico, tecnólogo o médico radiólogo. ▪ Tipo de revelado manual o automatizado. ▪ El almacenamiento de los estudios

negativo, se puede utilizar una lupa para ampliar un área de interés, se pueden realizar mediciones para calcular los grados de rotación de los miembros pélvicos y torácicos.

- Los equipos de radiología digital tienen la aplicación de compensar errores de exposición.
 - Las imágenes o estudios radiográficos se manejan en CD o memorias externas (USB).
 - No se usan rejillas antidifusoras y obtenemos excelente calidad radiográfica, por ende, menor radiación para el paciente y el operador.
 - Obtenemos imágenes radiográficas de excelente calidad con técnicas radiográficas inferiores a las que utilizamos en radiología convencional.
 - No uso de consumibles tales como: películas radiográficas, chasis, líquidos (revelador, fijador).
 - No contaminación ambiental por desechos de líquidos de revelado.
 - Utiliza un chasis único.
 - Fácil de manejar, software muy amigable.
 - Durante procedimientos quirúrgicos, es una excelente herramienta de apoyo ya que se pueden tomar radiografías intraoperatorias, que se pueden ver al instante.
 - Las imágenes se obtienen en el formato digital DICOM por sus siglas en inglés (The Digital Imaging and Comunicación in Medicine System). Este formato estándar desarrollado y adoptado por el colegio americano de radiología.
- radiográficos es en sobres de papel que ocupan espacios físicos.
 - Uso de filtros para reducir la contaminación ambiental de los desechos del revelado.
 - Si el chasis no estaba cargado con película hay que regresar al lugar a repetir la placa, perdiendo más tiempo, dinero, y mayor estrés para el paciente.
 - Si los líquidos reveladores y fijadores no están en óptimas condiciones afecta la calidad de la placa.
 - Si prenden accidentalmente la luz en el cuarto oscuro se vela la placa.
 - Si la placa se revela manualmente y el secado no es el correcto queda escurrida o con manchas.
 - En revelado automatizado, si no se le da el tiempo necesario para el procesado de la primera placa y se mete la segunda antes de tiempo, se adhiriere ambas placas dañando, afectando la calidad y el adecuado diagnóstico.
 - Tener un cuarto oscuro con luz de seguridad para el manejo y procesado de las películas radiográficas.

Limitaciones que presenta la Radiología digital

El tamaño de la imagen mostrada está relacionado con el tamaño del monitor por lo que el tamaño real es más difícil de determinar.

Una alta inversión económica inicial, que a largo plazo representa ahorro en costos; sin embargo, la inversión inicial sigue siendo elevada.

Hay que pagar el uso de software y licencias cada 1 o 2 años según acuerdos con cada compañía.

El soporte técnico y actualizaciones del software es en línea hay que tener acceso a internet.

Si no se tiene experiencia evaluando radiografías digitales se puede sobre diagnosticar, por lo que es recomendable consultar atlas o manuales para ver que es normal, que puede ser un artefacto y que es real.

Alto costo en póliza de aseguramiento en traslado y montaje de los equipos.

Es fundamental realizar copias de seguridad para evitar la pérdida de datos.

Un uso inadecuado de las herramientas de posprocesado puede conducir a una pérdida de información diagnóstica.

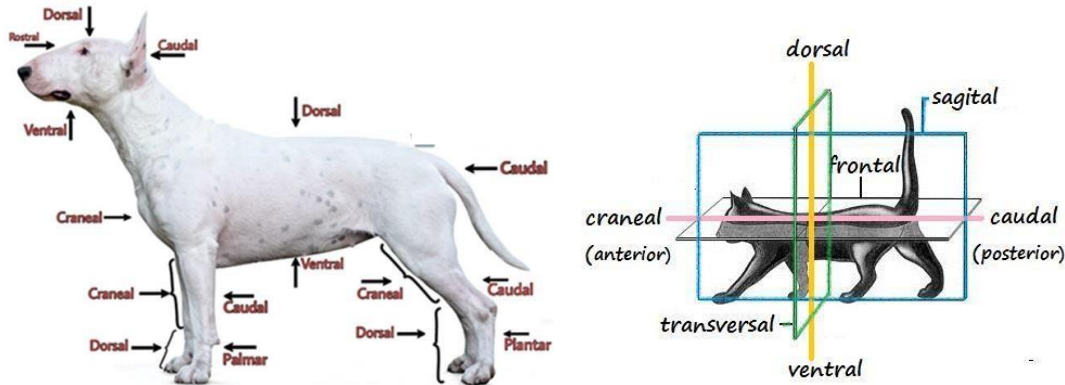
Nomenclatura Radiográfica

Craneal. Se traza una línea imaginaria transversal, y es la parte más cercana al cráneo.

Caudal. Es la parte más cercana a la cola del animal.

Figura 32.

Nomenclatura radiológica.



Fuente: <https://www.facebook.com/VetSonography>.

Nota: es igual para todo animal cuadrúpedo.

Dorsal. Se traza una línea imaginaria horizontal, y es la parte más cercana al dorso.

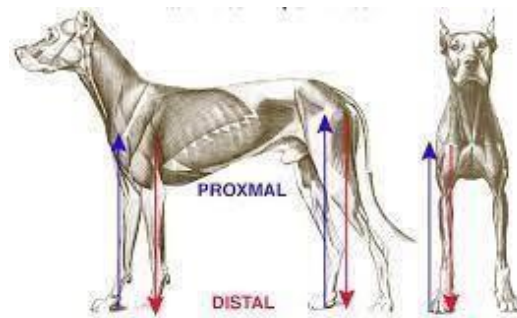
Ventral. Es la parte más cercana a los miembros.

Proximal. Se traza una línea imaginaria a nivel de los carpos o tarsos, según sea el caso, y lo más cercano al dorso se llama proximal.

Distal. Se llama así a la parte más alejada del dorso.

Figura 33.

Topografía canina.



Fuente: <https://www.imaios.com/es/vet-Anatomy/Perro/Perro-Anatomia-general-ilustraciones>.

Nota: proximal y distal

Plano sagital. Es un corte a nivel de la línea media teniendo como base la espina la cual divide al animal en derecha e izquierda.

Medial. Es todo lo cercano al plano sagital a los lados de los miembros.

Lateral. Es todo lo que se localiza alejado del plano sagital cuando se habla de las extremidades.

A nivel de la cabeza es un caso de excepción ya que se toma como referencia una línea que va detrás de las orejas al ángulo de la mandíbula, y de esa línea hacia el frente se llama rostral y lo que se encuentra detrás de ella caudal.

Imagen 34.
Nomenclatura radiológica



Fuente: <https://www.imaios.com/es/vet-Anatomy/Perro/Perro-Anatomia-general-ilustraciones>.

Nota correspondiente al cráneo

Tabla 3.

Abreviatura en radiología veterinaria.

D	Dorsal.	PA	Palmar.
V	Ventral.	M	Medial.
CR	Craneal.	PR	Proximal
LL	Laterolateral.	CD	Caudal.
L	Lateral	OB	Oblicua.

RO	Rostral.	PL	Plantar.
TA	Tangencial	DI	Distal.

Nota: las abreviaturas deben marcarse con letras mayúsculas.

Nomenclaturas de tomas radiográficas.

LL. Laterolateral.

Cr-Cd. Craneocaudal.

Cd-Cr. Caudocraneal.

Lm. Latero-medial.

Ml. Medio-lateral.

D-Pa. Dorso-palmar

D-pl. Dorso-plantar.

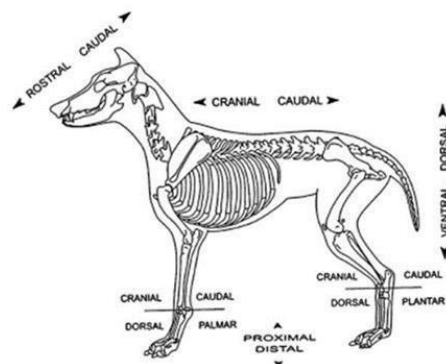
Ld. Lateral derecha.

Li. Lateral izquierda.

Dv. Dorsoventral.

Vd. Ventro-dorsal.

Figura 35.
Términos direccionales anatómicos



Fuente: <https://es.slideshare.net/ManuelSaldivia/clase-anatomiatopografia-y-terminos-direccionales>.

Nota: nomenclatura.

¿Cómo ajustar la técnica radiográfica de un equipo?

Esta es una pregunta frecuente para cualquiera que trabaje en radiología. A pesar de que no existe una fórmula exacta para una imagen perfecta, algunos factores pueden interferir en calidad de la imagen, como la red eléctrica, estructura interna del tubo de rayos X, el tipo de revelado (digital o manual) y los factores técnicos utilizados (kV, mA y tiempo) influyendo directamente en el resultado del estudio. Para minimizar estos efectos no deseados en la calidad radiológica, existen fórmulas que ayudan a determinar los parámetros más adecuados para la obtención de esta estructura dependiendo de la región a evaluar. Como sugerencia para el operador es importante crear una tabla de factores acorde a las características del equipo del cual disponga.

Para calcular los kV la fórmula utilizada es la regla de Santes:

Espesor x 2 + constante del equipo.³

La constante suele variar de 30 a 35 KV, según cada dispositivo y no generalmente se indica en el manual, la sugerencia es probar las técnicas para identificar la constante del equipo. Por ejemplo, un tórax con 15 cm de grosor y considerando un constante de 30.

$$15 \times 2 + 30 = 60 \text{ kV.}$$

Para calcular los mAs (mA + tiempo), existen fórmulas según la región de interés, es importante conocer la potencia del equipo en el momento de calcular los mAs, siguiendo con el ejemplo anterior la fórmula para calcularlo en esta región será:

mAs = kV /10 así:

$$60 \text{ (kV)}/10 = 6 \text{ mAs}$$

³ Regla de Santes: la constante del equipo será el valor mínimo del KV propia del fabricante.

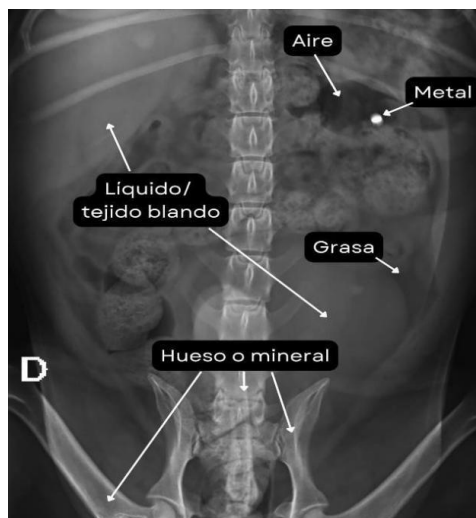
Para calcular el tiempo (s), simplemente divida los mAs por la potencia del equipo (mA).

Radiopacidad.

Cuando se habla de radiopacidad, se refiere a la cantidad de rayos X que atraviesan la estructura de interés. Las estructuras más radiopacas no permiten el paso de la radiación y las estructuras más radiotransparentes o radiolúcidas, permiten una mayor cantidad de rayos X a través de ellos. Como ejemplo, podemos usar el metal como radiopaco y el aire como radiolúcido así, teniendo en cuenta la absorción de los rayos X, la densidad física de la materia y su número atómico, encontramos cinco opacidades radiográficas de menor a mayor:

- Aire.
- Grasa.
- Líquido o tejido blando.
- Hueso o mineral.
- Metal.

Figura 36.
Radiografía de densidades radiográficas.



Fuente: <https://www.facebook.com/VetSonography/>.
Nota: identificación de densidades

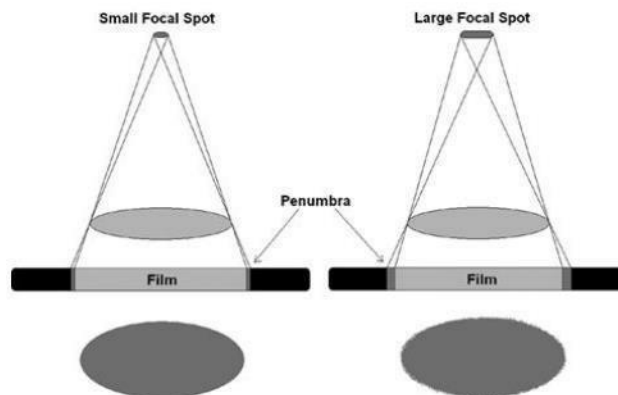
Calidad De Imágenes Radiográficas

Cuando se habla de la calidad del examen, es necesario prestar atención a la técnica de exposición, tipo de película o sistema detector y método de procesamiento. Las imágenes de mala calidad pueden imitar patologías, como, Por ejemplo, un abdomen con una técnica inadecuada puede interpretarse como una exploración con líquido abdominal libre. Algunos factores son fundamentales al momento del examen para obtener imágenes de calidad son ellos:

Tamaño del punto focal

Los rayos X no se producen desde un solo punto, sino desde un área pequeña llamado punto focal. Cuando los rayos X atraviesan la estructura y sus bordes puede generar penumbra que provocan un efecto de sombra o pérdida de detalle en el borde de la imagen, factores como punto focal reducido y distancia de enfoque aumentada la película y reduce las sombras.

Figura 37.
Tamaño del punto focal.



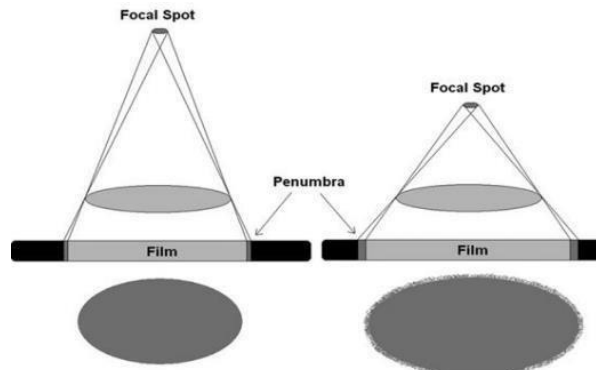
Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>.

Nota: los puntos focales más pequeños producen menos penumbra y bordes de imagen más detallados.

Distancia de enfoque de la película

Cuanto más lejos esté el emisor (tubo) de la placa, más definidos serán los bordes de la imagen. La distancia suele variar de 60 cm a 1 metro en distancia.

Figura 38.
Distancia de enfoque de la película.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>.

Nota: la imagen de la izquierda muestra una distancia de enfoque de película más larga con más detalles en los bordes. La imagen de la derecha demuestra el enfoque cercano de la película con más penumbra y pérdida de detalle en los bordes.

Colimación

La colimación restringe la incidencia de rayos X en el área de interés, previniendo la exposición innecesaria de otras regiones, mejorando también el contraste de imagen.

Sugerencia: ajustar la colimación solo en la región de interés.

Figura 39.
Colimación.



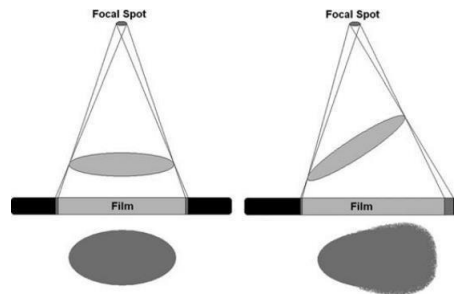
Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>

Nota: Que ilustra la colimación (área iluminada).

Distorsión

Para evitar la distorsión de la imagen, se debe asegurar que la estructura de interés esta paralela a la mesa y perpendicular al haz de rayos X primario.

Figura 40.
Distorsión



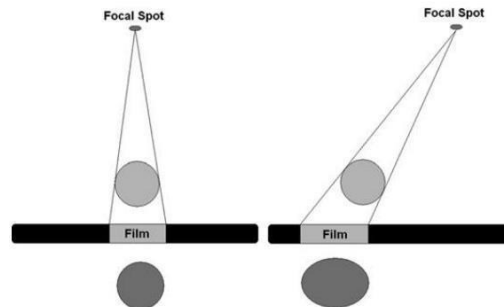
Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>.

Nota: la imagen de la izquierda que ilustra un objeto paralelo a la mesa y perpendicular a la viga principal (sin distorsiones). Imagen de la derecha que ilustra un objeto oblicuo en relación con la mesa y la viga principal (imagen distorsionada).

Alineación

Estructuras que no son perpendiculares al haz de rayos X principal sufrirá distorsiones.

Figura 41.
Alineación.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>.

Nota: la imagen de la izquierda no está distorsionada ya que el objeto está alineado con el haz principal. La imagen de la derecha está distorsionada porque el objeto no está alineado perpendicularmente al haz principal.

Protección radiológica

Los rayos X son un tipo de radiación electromagnética (forma de energía con formato y comportamiento de las ondas y la velocidad de la luz). La longitud de onda corta y alta frecuencia permiten que esta radiación penetre en muchos objetos, lo que lo hace útil para el diagnóstico por imágenes a diferencia de la luz, las ondas de radio y las microondas,

los rayos X son una forma de radiación ionizante y, por lo tanto, cancerígena. Como resultado, el uso de equipo de protección personal (EPP) es fundamental.

El uso de equipo de protección personal es parte de la rutina del tecnólogo y sus ayudantes, para utilizar estos accesorios es esencial para la salud de quienes están operando el equipo de rayos X y que contiene al paciente.

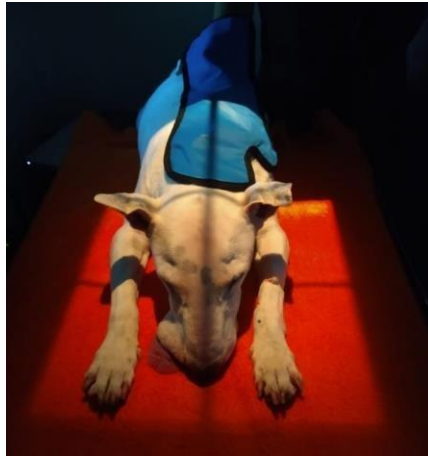
Figura 42.
Elementos de protección personal.



Fuente propia.
Nota. Elementos plomados.

Para radiografías de áreas pequeñas en lugar de usar el guante, cubra la mano para evitar superponer el guante con el área de interés.

Figura 43.
Uso de guante de plomo.



Fuente propia.
Nota. Su uso es muy constante en veterinaria

El uso de guantes de plomo es fundamental para preservar la salud de quienes hacen la sujeción del paciente, especialmente cuando las manos están cerca del haz principal. Esta mala praxis también evita que las manos aparezcan en la imagen.

Figura 44.
Exposición de la mano durante el examen radiográfico.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>
Nota: verificar este posicionamiento antes de hacer la exposición

Identificación de imágenes

Para asegurarse de que las imágenes se pueden evaluar correctamente, es esencial que las marcas se hagan correctamente para guiar al radiólogo veterinario en su evaluación.

Marcador metálico o magnificador

Para asegurar una correcta identificación en las imágenes radiográficas, sugerimos el uso de un marcador metálico o magnificador esto tendrá dos funciones, el primero es servir como referencia después de escanear las imágenes para que las marcas (D o I) se hacen de manera segura y la segunda y más importante, ser un objeto de tamaño conocido que sirva de referencia para las mediciones.

Figura 45.
Marcador metálico.



Fuente propia.

Nota: indica el lado derecho del paciente

El marcador tiene un tamaño conocido y se puede utilizar en casos de planificación quirúrgica para mediciones en imágenes.

Figura 46.
Radiografía con marcador metálico.



Fuente propia.

Nota: marca lado derecho de paciente

Figura 47.*Magnificador a la altura de la estructura de interés.*

Fuente propia. Nota: radio y cúbito

Figura 48.*(1) original; (2) Planificación; (3) Posquirúrgico.*

Fuente propia.
Nota: pre y posquirúrgico

¿Cómo identificar la imagen radiográfica?

Las proyecciones radiográficas se nombran según el punto de inserción y salida del haz de rayos X primario en una estructura/ región determinada.

La primera letra indica dónde cae el haz de rayos X.

La segunda letra indica por dónde sale el haz de rayos X.

La tercera letra indica el decúbito del paciente o qué extremidad se refiere la imagen.

Figura 49.*Radiografía dorsoventral.*

Fuente propia.
Nota: marca que indica el lado izquierdo y derecho del paciente.

Figura 50.
Radiografía laterolateral.



Fuente: propia.

Nota: marca que indica la posición del paciente
(D).

Marco legal

El 15 de octubre de 1978 fue aprobada por la Organización de Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y por la Organización de las Naciones Unidas (ONU). El texto definitivo sobre la Declaración de los Derechos del Animal, en donde una de las consideraciones que debe tener la especie humana es la existencia de otras especies de animales las cuales constituyen el fundamento de la coexistencia con el resto de las especies a nivel mundial y que desde la infancia se debe enseñar a observar, comprender, amar y respetar a los animales. La declaración mencionada anteriormente; en el artículo 1° encontramos la importancia de la vida animal y su derecho a la existencia. Seguido a esto en el artículo 2° nos enseña que todo animal debe ser respetado, y que el hombre no puede atribuirse el derecho a exterminarlos o explotarlos. Por el contrario, tiene la obligación de poner sus conocimientos a los servicios de los animales, cuidarlos y protegerlos. Posteriormente el artículo 3° donde ninguno será sometido a malos tratos ni actos crueles. No obstante, en el artículo 4° donde ningún animal debe ser privado de su libertad, inclusive se necesite para fines educativos, esto por el contrario va en contra a este derecho.

En Imagenología Veterinaria se deben tomar las mismas medidas de protección radiológica que en el área humana. Colombia como miembro del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), establece en la Ley 9 de 1979 que es función del Ministerio de Salud proteger a la población contra los riesgos causados por la radiación, por lo cual se deben adoptar las medidas necesarias garantizando así la seguridad y protección de las personas. En donde en el artículo 80 define que para preservar, conservar y posteriormente mejorar la salud de los individuos en su ocupaciones, esta ley establece a) como

consecuencia de las condiciones del trabajo se debe prevenir el daño en la salud de las personas, b) protección de las personas contra riesgos relacionados por agentes físicos, químicos, entre otros que pueden afectarlo de manera individual o colectivas en el área de trabajo, c) eliminar o controlar aquellos agentes que sean nocivos, d) proteger a todas las personas contra los riesgos provenientes de las radiaciones. Por ende, la ley 482 de 2018, en su artículo 1° reglamenta el uso de equipos generadores de rayos x y control de las prácticas médicas, veterinarias, entre otras. Seguidamente en el artículo 4, dentro su definición 4.5 se considera el estudio ambiental en la práctica veterinaria, la evaluación de los niveles de exposición ocupacional del personal involucrado y del público, inspeccionando el blindaje del lugar donde se realice dicha práctica. En cuanto a la situación que nos presenta la ley 1774 de 2016, en su artículo 3° donde el trato a los animales se basa en la compasión, y erradicando todo tipo de maltrato. Y cualquier delito contra la vida o integridad física como lo menciona el artículo 339 causándoles la muerte o afectando su salud e integridad física, tendrá una pena de prisión de va desde los 12 a los 36 meses.

Tabla 4.*Decretos*

Tipo	Numero de la ley	Fecha	Reglamentado por	Estipula que	Artículo	
Declaración		1978	-UNESCO -ONU	Todos los animales nacen iguales ante la vida y tienen los mismos derechos a la existencia	1	
				Artículo completo en la Declaración universal de los derechos del animal	a) Todo animal tiene derecho a ser respetado b) El hombre, en tanto que especie animal, no puede atribuirse el derecho a exterminar a los otros animales. c) Todos los animales tienen derecho a la atención.	2
					a) Ningún animal será sometido a malos tratos b) Si la muerte de un animal es necesaria, debe ser instantánea	3
					a) Todo animal perteneciente a una especie salvaje tiene derecho a vivir en libertad. b) Toda privación de libertad, incluso aquella que tenga fines educativos, es contraria a este derecho	4
Decreto	9	1979	Congreso de Colombia	Artículo completo ley 9 de 1979: para preservar, conservar y mejorar la salud de los individuos. a) Prevenir b) Proteger c) Eliminar d) Proteger la salud de los trabajadores e) Proteger a los trabajadores y población	80	

Tipo	Número de la ley	Fecha	Reglamentado por	Estipula que	Artículo
Decreto	482	2018	Congreso de Colombia	Artículo completo ley 482 de 2018. Reglamenta el uso de equipos generadores de radiación ionizante.	1
				Artículo completo ley 482 de 2018. Definiciones 4.5 Estudio ambiental: evaluación de los niveles de exposición	4
Decreto	1774	2016	Congreso de Colombia	Artículo completo ley 1774 de 2016. Principios desde protección animal hasta la solidaridad social.	3

Metodología

Este proyecto de investigación está guiado en relación con el estudio de campo y observación, recolección de datos y análisis de estos para así poder establecer la factibilidad del proyecto.

Practica: en esta se realizaron distintos procesos donde hubo un formato de guía para el estudio de factibilidad que buscó establecer las pautas e información sobre la radiología veterinaria. Se reconoció cuales son los diferentes estudios radiológicos que permiten favorecer el servicio demostrando el crecimiento de manera rápida en las diferentes entidades veterinarias. Se estudió y analizó mediante revisión exhaustiva bibliográfica, cuáles son las necesidades que incentivan al cambio de la radiología convencional diagnostica a la digitalización.

Se abordaron diferentes clínicas, centros y hospitales veterinarios que realizaban estudios radiológicos tanto convencionales como digitales, en su práctica de clínica de pequeños animales. Un estudio tecnológico organizado y legal el cual tiene el objetivo de establecer de forma explicativa la manera de aplicación que nos permitió recolectar la información.

Línea de investigación Biotecnología en Salud Humana

Descrita dentro de los Lineamientos de la Investigación en la Escuela de Ciencias de la Salud (2013); como “*el uso de los sistemas vivos y organismos para desarrollar o fabricar productos útiles*”, o

Toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o derivados de allí, para hacer o modificar productos o procesos para usos concretos”. En el caso específico de la escuela los usos citados en la definición se suscriben únicamente al ámbito de la salud humana.

Para el caso de nuestro estudio se busca la excepción a la aplicación únicamente al ámbito de la salud humana conservando las bases que rigen dicho lineamiento, pero brindando un nuevo enfoque en este caso para salud animal.

Diseño No experimental, dado que se da por intervención directa de los investigadores sin que exista alteración de la variable por parte de estos, se observa el fenómeno en su contexto en este caso teórico para proceder al respectivo análisis de la información recopilada.

Enfoque

Cualitativo.

Nivel

Descriptivo.

Corte

Transversal.

Muestra

Estudios radiológicos de un centro imagenológico veterinario perteneciente al distrito de Medellín.

Técnica:

Análisis de recursos bibliográficos.

Consideraciones éticas

Este estudio se presenta bajo los estatutos éticos y según el Código Bioético y Deontológico del técnico en radiología justificado en sus principios dirigidos hacia la operatividad eficiente, efectiva enfocada hacia la conducta y actitudes propias de la práctica profesional. Además de la ley 657 de junio 7 de 2001 por la cual se reglamenta la especialidad médica de la radiología e imágenes diagnósticas y se dictan otras disposiciones. El riesgo que presenta esta Investigación es de carácter mínimo, y no se autoriza el uso de la información sustentada a externos, la estadística de este producto investigativo solo puede ser visualizada por los docentes de la UNAD para fines de la consecución del título de Tecnólogo en Imágenes Diagnósticas y su divulgación deberá omitir la información y base de datos las cuales deberán ser encriptadas.

Discusión

Como señala Buscá, J (2010) en la cita

A lo largo de los últimos años los servicios de diagnóstico por la imagen han experimentado una auténtica revolución de la mano de la aparición y expansión de la radiología digital, que ha posibilitado la adquisición de imágenes directamente en formato digital. La radiología digital se ha unido, por lo tanto, a otras modalidades de adquisición de la imagen de naturaleza intrínsecamente digital, como pueden ser la tomografía computarizada (TC), la resonancia magnética (RM) o los ultrasonidos.

Resulta innegable reconocer que la radiología digital ha llegado para quedarse y que el futuro de todas las instituciones especialistas en medicina veterinaria está en mantenerse a la vanguardia. Sin embargo, tampoco podemos negar el papel fundamental que jugó la radiología convencional para el desarrollo de este hecho. Tras la revisión de los antecedentes y la literatura disponible en torno al tema, nos hemos percatado de que, en el mundo de los dispositivos tecnológicos al surgir nuevos equipos, los antiguos se convierten en obsoletos y son olvidados como si no hubiesen hecho parte de la historia.

Querer incluir la radiología digital en todos los servicios que brindan atención veterinaria en la realidad de nuestro contexto local de momento, es una utopía; lamentablemente este hecho ni siquiera en la atención a humanos es posible dentro de nuestro país. Los profesionales encargados de realizar estudios radiológicos ya sea a humanos o animales, deben hacerlo con las herramientas que tengan a su alcance; y no por esto se demerita su trabajo o los resultados logrados con estas prácticas que a ojos de muchos pueden parecer antiguas u obsoletas. No obstante, la radiología digital corrige la mayoría de las falencias presentadas en los dispositivos y métodos anteriores para la toma de imágenes radiográficas y es por eso que aquí se enfatiza en su importancia y necesidad de inclusión.

Resultados

La intención principal al inicio de este trabajo era la capacitación de las instituciones veterinarias que brindaban un servicio de diagnóstico por imagen, sobre la importancia de actualizar sus equipos en pro de la atención, rapidez y eficacia a la hora de atender un paciente; pero este hecho no es un secreto a los ojos de este gremio. Al transcurrir el desarrollo del mismo, nos percatamos de que nuestro enfoque como tal no iba solo a este evidente hecho. Sino que nuestro aporte a la literatura correspondiente a este tema se basa en dejar plasmados los conceptos principales que corresponden a la radiología veterinaria y que servirán de guía a los estudiantes y profesionales que busquen instruirse sobre el tema.

Es así como al recorrer la historia, los estudios tomados como precedente y el riguroso trabajo de una correcta selección de imágenes. Nos han llevado a la creación de un atlas radiológico que alberga dentro de su información las recomendaciones para llevar a cabo estudios radiológicos veterinarios con criterios que garanticen una adecuada calidad y posicionamiento.

Conclusiones

Para concluir el presente estudio, podemos afirmar que la radiología convencional viene siendo reemplazada en gran medida por la radiología digital y con ella el auge de la TC y RM; Permitiendo así imágenes de mayor calidad para un diagnóstico más certero de las diferentes patologías presentes en los pequeños animales. Demostrando así que cada vez esta técnica es más segura, rápida y eficaz. En relación con lo afirmado se hace necesario, que las clínicas veterinarias en el Departamento de Antioquia incluyan en sus servicios de imágenes diagnósticas la tecnología de Radiología Digital, con lo cual no solo prestarán un servicio ágil con resultados confiables, sino que también mejoraran su economía.

Nuestro grupo de investigación pretende contribuir al conocimiento de los profesionales en el área de imágenes diagnósticas y medicina veterinaria, reconociendo la importancia de una capacitación continuada tanto de profesionales como estudiantes; en donde sigue siendo escasa la información disponible para estandarizar los protocolos en torno a la radiología veterinaria, por lo tanto, se buscó dejar huella en las generaciones venideras a través de un atlas imagenológico dedicado a quienes incursionan sobre este tema en aras de afianzar su conocimiento, ampliando así los registros existentes sobre este tema.

Sabemos que es una realidad las ventajas que representa la radiología digital sobre la convencional; sin embargo, resaltamos la radiología convencional como la base que formó los pilares para la evolución de la radiología como la conocemos hasta el día de hoy.

Apéndice 1

Atlas Radiológico Veterinario de Pequeñas Especies.

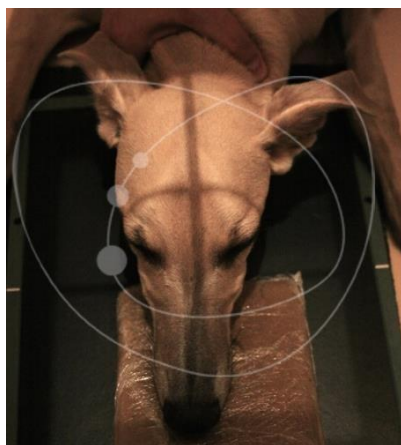
Posiciones Radiográficas.

Cráneo

Las radiografías del cráneo de los pequeños animales se realizan con el paciente bajo anestesia general, ya que pequeñas cantidades de oblicuidad pueden llevar a una mala interpretación.

Se debe alinear los ojos del paciente paralelos a la placa centrandlo el haz entre los ojos de este (como se ilustra en las imágenes).

Figura 51.
*Ilustrativa del
posicionamiento DV*



del cráneo.

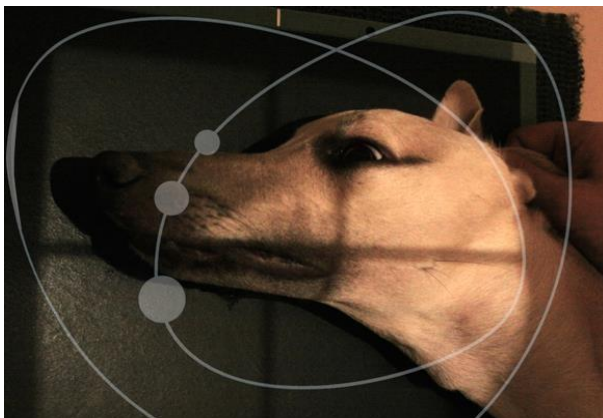
Fuente: guía de
posicionamiento
<https://imagen.vet>
Nota: sujetar a nivel de
cuello

Figura 52.
Radiografía dorsoventral del cráneo canino



Fuente propia.
Nota: Marcación de la radiografía

Figura 53.
Ilustrativa del posicionamiento LL del cráneo.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>

Nota: sujetar a nivel de las orejas

Figura 54.
Radiografía laterolateral del cráneo canino



Fuente propia..

Nota: marcación de la radiografía

Figura 55.
Ilustrativa del posicionamiento LL obl del cráneo.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>

Nota: con apoyo

Figura 56.

Radiografía laterolateral oblicua del cráneo canino



Fuente propia.

Nota: se puede observar el apoyo

Cráneo (maxilar)

Figura 57.

Ilustrativa del posicionamiento lateral con boca abierta del maxilar.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagem.vet>

Nota: con sujetadores

Figura 58.
Radiografía lateral con boca abierta del maxilar canino

Cráneo (mandíbula)



Fuente propia. Nota: verificar el lado correcto

Figura 59.
Ilustrativa del posicionamiento laterolateral con boca abierta de la mandíbula.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>. Nota: con sujetadores

Figura 60.
Radiografía laterolateral de la mandíbula gato

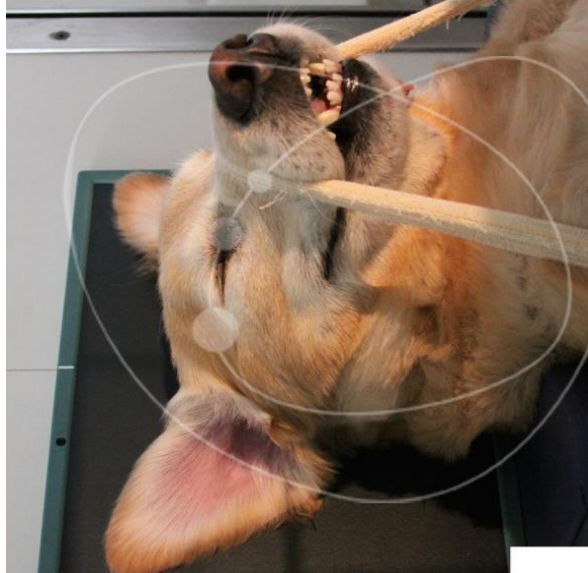


Fuente propia.
Nota: verificar el lado correcto

Cráneo (seno frontal)

Figura 61.

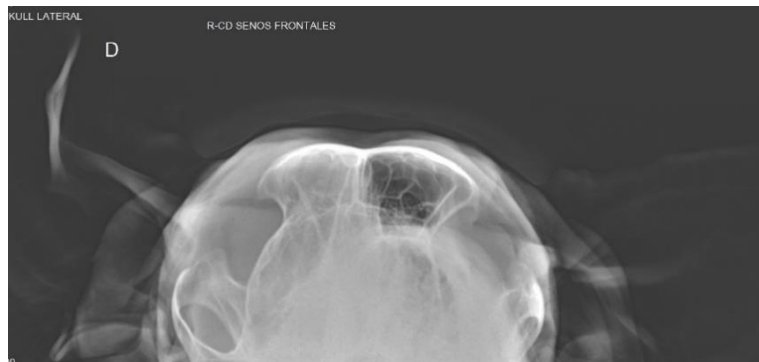
Ilustrativa del posicionamiento rostro caudal R-Cd de seno frontal.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>.
Nota: con sujetadores

Figura 62.

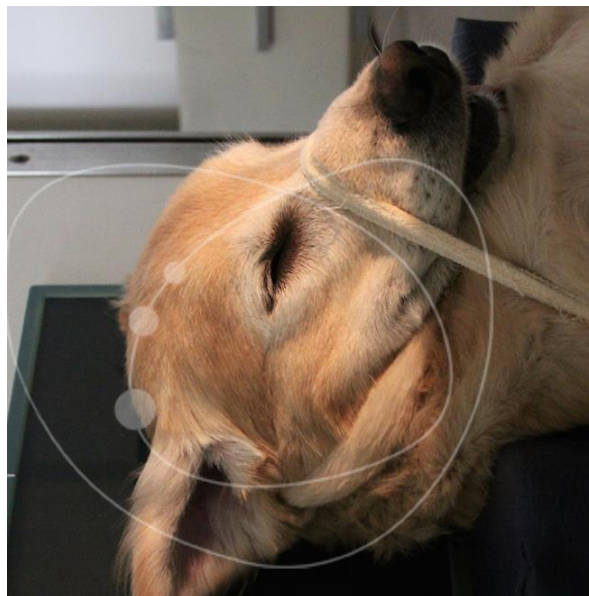
Radiografía rostro caudal de senos frontales canino



Fuente propia.
Nota: se debe observar por completo seno frontal

Cráneo (foramen magnum)

Figura 63.
Ilustrativa del posicionamiento rostro caudal R-Cd de foramen magnum.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>.

Nota: con sujetadores

Figura 64.
Radiografía rostro caudal de foramen magnum canino



Fuente propia.

Nota: una correcta hiperflexión de la cabeza permite observar de manera completa el agujero magno

Cráneo (bullas timpánicas)

Figura 65.

Ilustrativa del posicionamiento rostro caudal con boca abierta de bullas timpánicas.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>.

Nota: con sujetadores

Figura 66.

Radiografía rostro caudal de bullas timpánicas canino



Fuente propia.

Nota: mantener un buen paralelismo

Cráneo (proceso odontoide)

Figura 67.

Ilustrativa del posicionamiento rostro caudal con boca abierta del proceso odontoide



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>.

Nota: utilizar un aditamento que permita una correcta apertura bucal

Figura 68.

Radiografía rostro caudal del proceso odontoide.



Fuente propia.

Nota: correcta apertura bucal

Cráneo (mandíbula y dientes inferiores)

Figura 69.

Ilustrativa del posicionamiento intraoral dorso ventral rostro caudal de mandíbula y dientes inferiores.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>.

Nota: uso de sujetador e inmovilizadores

Figura 70.

Radiografía intraoral dorsoventral de mandíbula y dientes inferiores.



Fuente propia.

Nota. Se puede observar el aditamento el cual no interfiere con la imagen.

Cráneo (faringe y laringe)

Figura 71.
Ilustrativa del posicionamiento laterolateral de faringe y laringe



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>.
Nota: leve hiperextensión

Figura 72.
Radiografía laterolateral de faringe y laringe canino.



Fuente propia
Nota: baja dosis para tejidos blandos

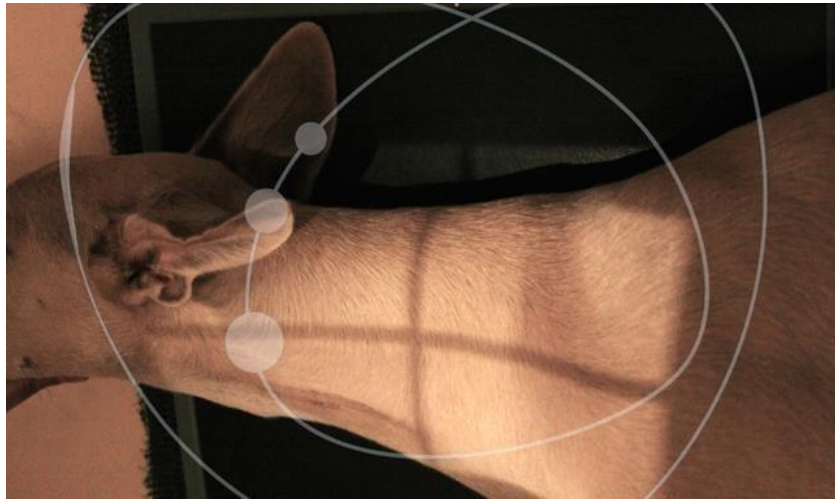
Columna vertebral

Para una evaluación adecuada de las imágenes, la columna debe ser radiografiada por región, centrandó el haz principal en el segmento de interés.

Columna cervical

Tire de los miembros torácicos paralelos caudalmente, manteniendo la cabeza alineado-paralelo a la placa y centrandó el haz principal en C3-4 cerca del base del cuello.

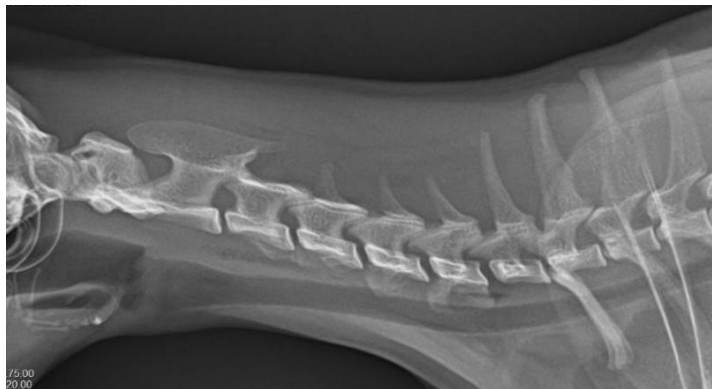
Figura 73.
Ilustrativa del posicionamiento laterolateral de la columna cervical



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>.

Nota: leve hiperextensión

Figura 74.
Radiografía laterolateral de columna cervical felina.



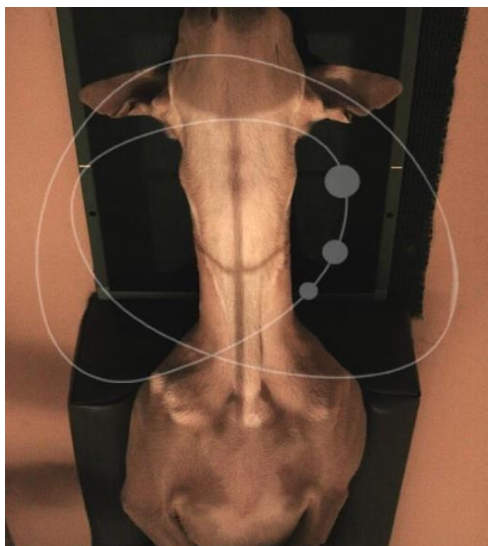
Fuente propia.

Nota: leve hiperextensión

En el decúbito ventrodorsal, se deben tirar de los miembros anteriores caudalmente y manteniendo la cabeza recta. Centrando el haz principal en C3-4.

Figura 75.

Ilustrativa del posicionamiento Ventrodorsal de la columna cervical.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>.

Nota: leve hiperextensión

Figura 76.

Radiografía Ventrodorsal de columna cervical felino



Fuente propia.

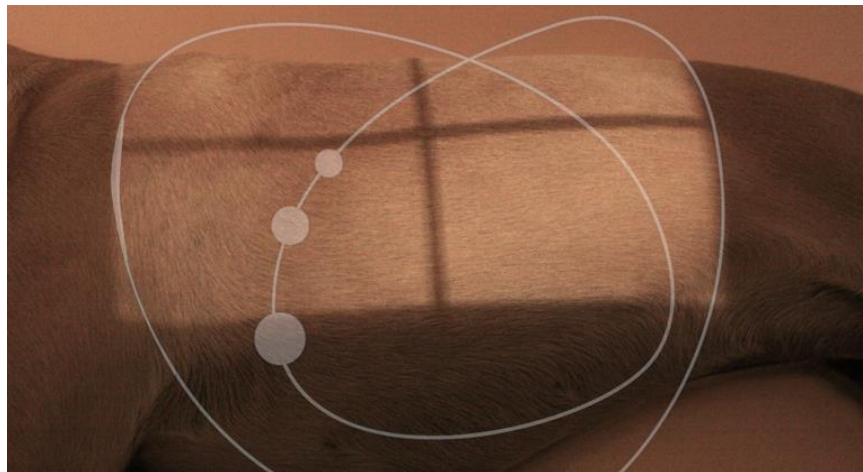
Nota: leve hiperextensión

Columna torácica

Traccionar cranealmente los miembros anteriores manteniendo toda la columna alineada y colimando sólo el segmento torácico. Luz principal en T5-6.

Figura 77.

Ilustrativa del posicionamiento laterolateral de la columna torácica.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>.

Nota: posicionamiento es igual en felinos y caninos

Figura 78.

Radiografía laterolateral de columna torácica felino



Fuente propia.
Nota: bajo sedación

En la vista ventrodorsal se debe mantener la cabeza del paciente entre las manos y toda la columna alineada.

Figura 79.
Ilustrativa del posicionamiento ventrodorsal de la columna torácica



. Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>. Nota: posicionamiento es igual en felinos y caninos

Figura 80.
Radiografía ventrodorsal de columna torácica felino



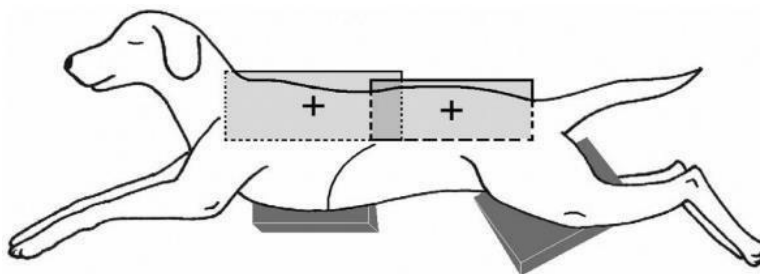
Fuente propia.
 Nota: bajo sedación

Columna lumbar vs lumbosacra

Se debe mantener la columna vertebral alineada y las extremidades pélvicas bien paralelas una almohada puede colocarse entre las extremidades pélvicas del paciente para mantener la alineación de columnas.

Figura 81.

Ilustrativa del posicionamiento de las regiones torácica, lumbar y lumbosacra de la columna en proyección laterolateral.

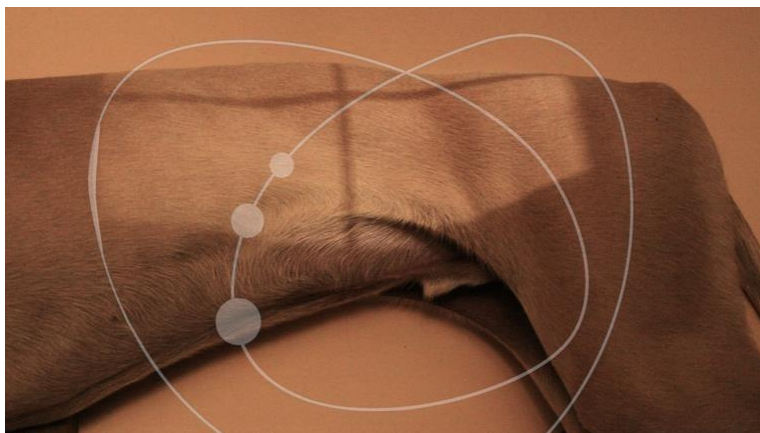


Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>.

Nota: bajo sedación

Figura 82.

Ilustrativa del posicionamiento laterolateral de columna lumbar vs lumbosacra.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>.

Nota: correcta colimación

Figura 83.

Radiografía laterolateral de columna lumbar vs lumbosacro felino



Fuente propia.

Nota: correcta colimación

Figura 84.*Ilustrativa del posicionamiento ventrodorsal de columna lumbar vs lumbosacra.*Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>.

Nota: correcta sujeción del paciente

Figura 85.*Radiografía Ventrodorsal de columna lumbar vs lumbosacro felino*

Fuente propia.

Nota: correcta sujeción del paciente

Pelvis

Para la evaluación de las articulaciones coxofemorales, traccione las extremidades pelvis paralela al eje de la columna y la mesa haciendo una ligera rotación medial de ellos.

Consejo: Se puede atar una cuerda sobre las rodillas para alinearlas y facilitar el posicionamiento en pacientes grandes.

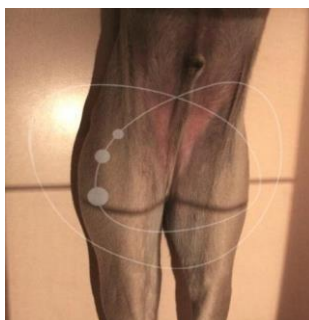
Figura 86.*Ilustrativa del posicionamiento ventrodorsal de pelvis*Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>
Nota: en extensión

Figura 87.
Radiografía ventrodorsal de pelvis / articulación coxofemoral.

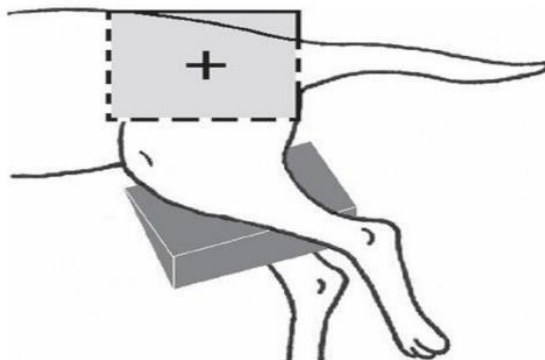


Fuente propia.

Nota: buena extensión de la zona a estudio permite una correcta visualización de las articulaciones

Alinear las extremidades pélvicas tirando caudalmente para ayudar en alineación de la pelvis, se puede utilizar una espuma entre las extremidades pélvicas de la paciente.

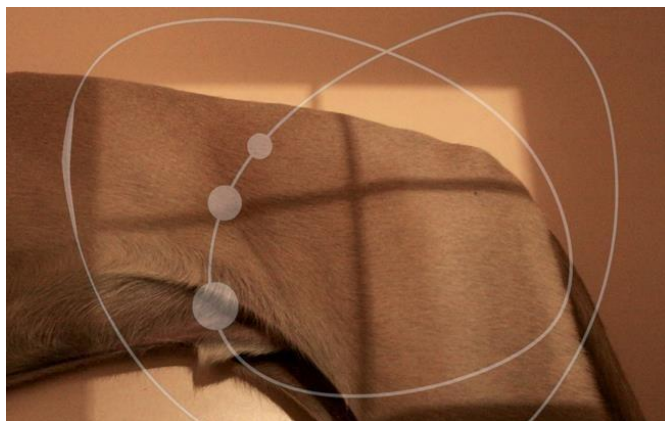
Figura 88.
Ilustrativa de la articulación coxofemoral en proyección laterolateral.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>.

Nota: con ayuda de aditamentos se obtiene un mejor posicionamiento

Figura 89.
Ilustrativa del posicionamiento laterolateral de pelvis



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>.
 Nota: con ayuda de aditamentos se obtiene un mejor posicionamiento

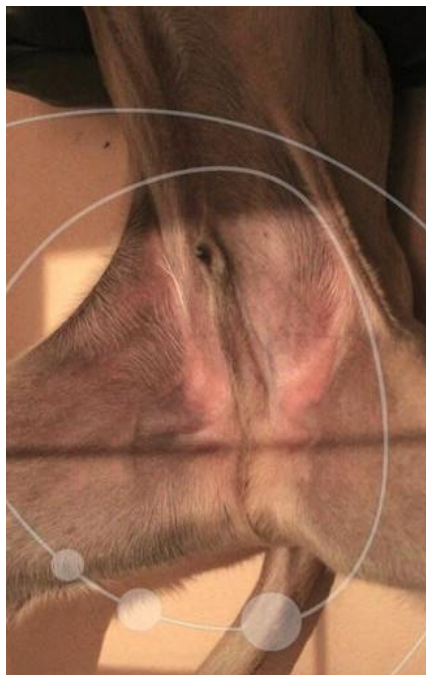
Figura 90.
Radiografía laterolateral de pelvis.



Fuente propia.
 Nota: alejar la cola de la zona a estudio.

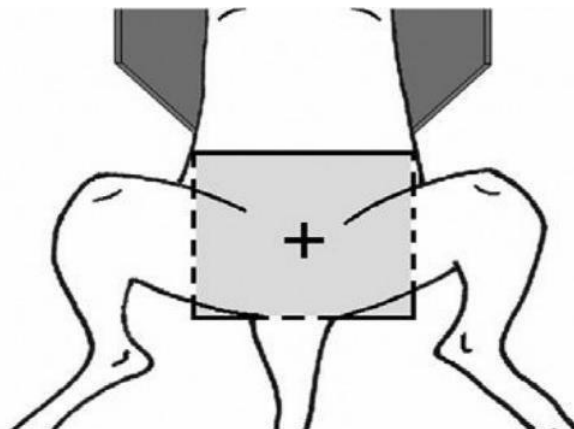
La proyección de “patas de rana” es una variación para la evaluación conjunta caderas y pelvis. Se suele utilizar en casos de pacientes politraumatizados o con enfermedad articular degenerativa severa con el paciente en proyección Ventrodorsal, mantenga los miembros pélvicos ligeramente flexionado.

Figura 91.
Ilustrativa del posicionamiento ventrodorsal –frog leg – de Pelvis.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>.
Nota: separar extremidades inferiores

Figura 92.
Ilustrativa de la pelvis en proyección centrodorsal –frog leg.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>.
Nota: separar extremidades inferiores

Figura 93.
Radiografía Ventrodorsal frog-leg de la pelvis y articulación coxofemoral.



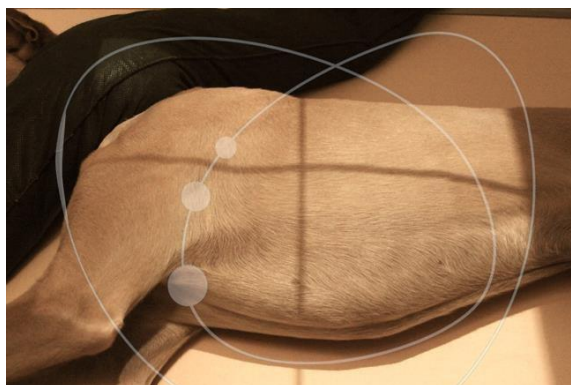
Fuente propia.

Nota: correcta ubicación extremidades inferiores

Tórax

Para una evaluación adecuada de los campos pulmonares, la exposición debe realizarse en el pico inspiratorio. Se debe tirar de los miembros torácicos en paralelo, mantener la cabeza del paciente alineada, evitando la flexión o extensión del cuello además las extremidades pélvicas y columna alineada. La colimación debe incluir las articulaciones escapulohumerales, el esternón y últimas costillas.

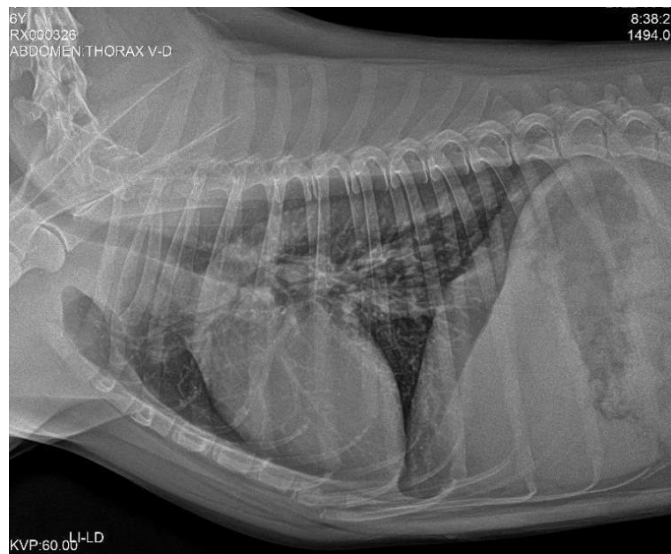
Figura 94. Ilustrativa del posicionamiento laterolateral del tórax.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>

Nota: la sujeción no debe interferir con la zona a estudio

Figura 95.
Radiografía laterolateral del tórax.

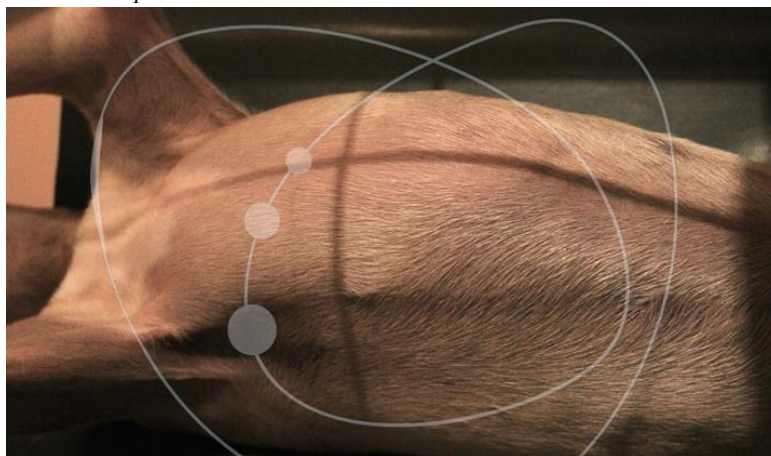


Fuente propia.

Nota: marcar ya sea derecho o izquierdo

Para la proyección ventrodorsal se debe mantener la cabeza del paciente alineada con el eje de la columna y manteniendo la línea media del mismo con la línea central de la colimación.

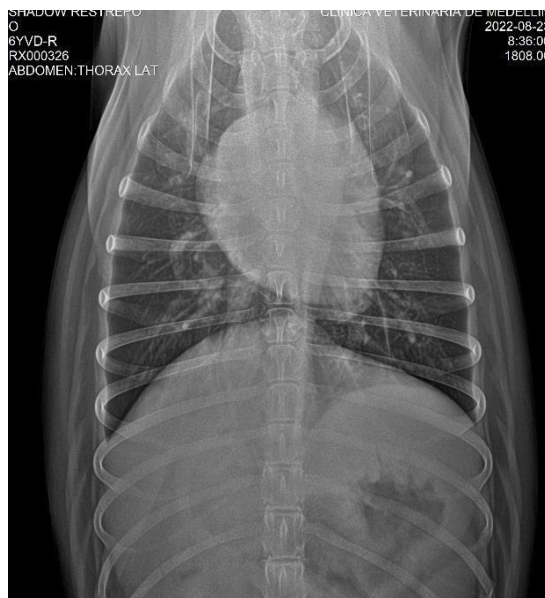
Figura 96.
Ilustrativa del posicionamiento ventrodorsal del tórax



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagem.vet>

Nota: extremidades superior hacia la cabeza

Figura 97.
Radiografía ventrodorsal del tórax

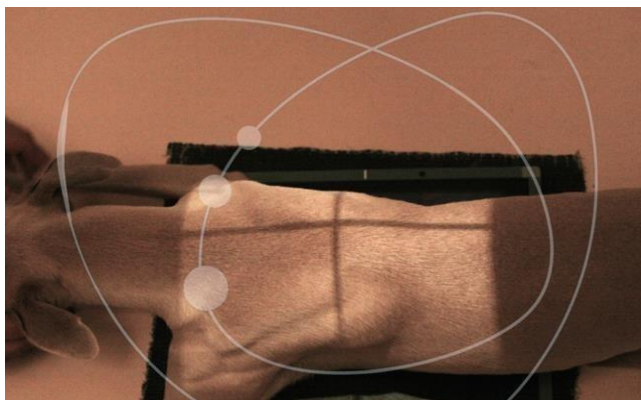


Fuente propia.

Nota: las extremidades superiores alejadas permiten una mejor visualización de la zona a estudio.

Para la proyección dorsoventral se deben traccionar las extremidades anteriores en forma craneal y alineada paralelamente también la cabeza. Las extremidades posteriores alineadas a los lados del cuerpo.

Figura 98.
Ilustrativa del posicionamiento dorsoventral del tórax.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>

Nota: extremidades superior hacia la cabeza

Figura 99.
Radiografía dorsoventral del tórax.



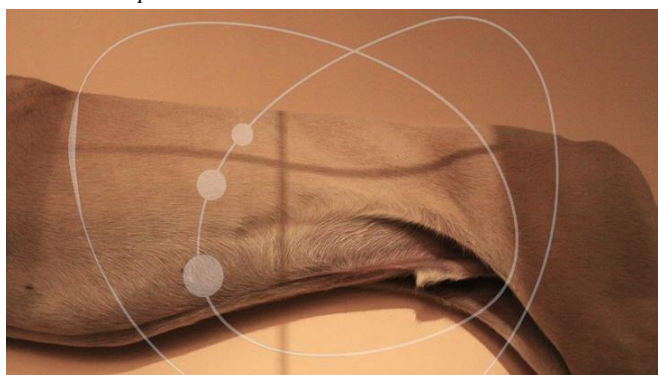
Fuente propia.

Nota: las extremidades superiores alejadas permiten una mejor visualización de la zona a estudio.

Abdomen

Es importante que la imagen abarque todo el abdomen, desde el diafragma a la ampolla rectal.

Figura 100.
Ilustrativa del posicionamiento laterolateral del abdomen.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>

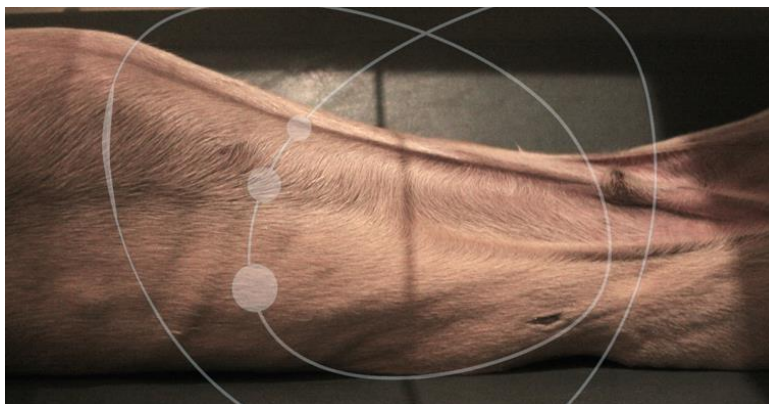
Nota: marcar si es derecha o izquierda

Figura 101.
Radiografía laterolateral del abdomen.



Fuente propia.
Nota: marcación LLD

Figura 102.
Ilustrativa del posicionamiento ventrodorsal del abdomen.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>
Nota: zona dorsal bien apoyada en la mesa.

Figura 103.
Radiografía ventrodorsal del abdomen.



Fuente propia.

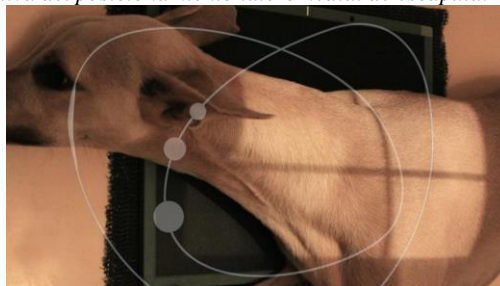
Nota: si la zona dorsal está bien apoyada en la mesa permite una correcta visualización.

Miembros torácicos

Escápula

Tire solo de la extremidad de interés cranealmente y gire la muñeca ligeramente medial manteniéndolo paralelo a la cabeza. El otro miembro debe solo ayude a mantener al paciente alineado.

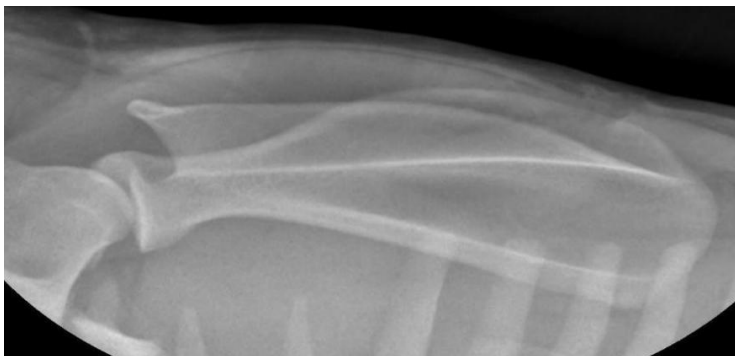
Figura 104.
Ilustrativa del posicionamiento lateromedial de escápula.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>

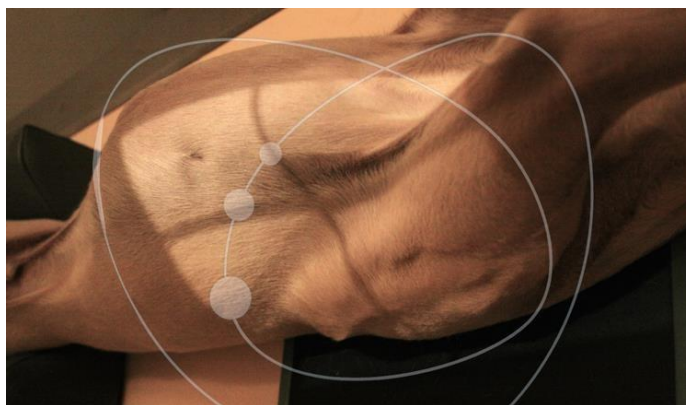
Nota: marcar si es derecha o izquierda

Figura 105.
Radiografía lateromedial de escapula.



Fuente propia. Nota: derecha

Figura 106.
Ilustrativa del posicionamiento Caudocraneal de escapula



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>
Nota: lado afectado apoyado

Figura 107.
Radiografía caudocraneal de escapula



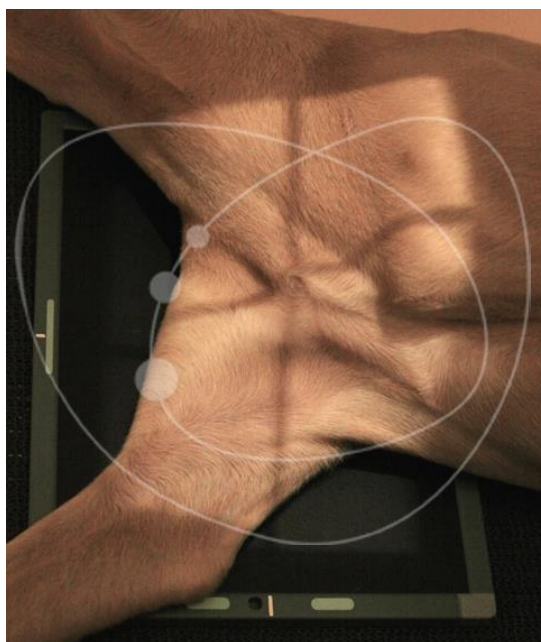
Fuente propia.
Nota: marcar si es derecha o izquierda.

Con el paciente apoyado en el miembro de interés tire del mismo cranealmente y el contralateral caudalmente. También es importante llevar a cabo un ligero desplazamiento dorsal de la cabeza y la región cervical para que sea posible evaluar la articulación escapulohumeral, evitando el solapamiento traqueal.

Hombro:

Se debe extender la dorsalmente para eliminar la superposición de la tráquea. Llevar la extremidad contralateral caudalmente y extender el miembro radiografiado buscando eliminar la superposición del esternón a la articulación.

Figura 108.
Ilustrativa del posicionamiento mediolateral del hombro



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>
Nota.: evitar superposición con la tráquea

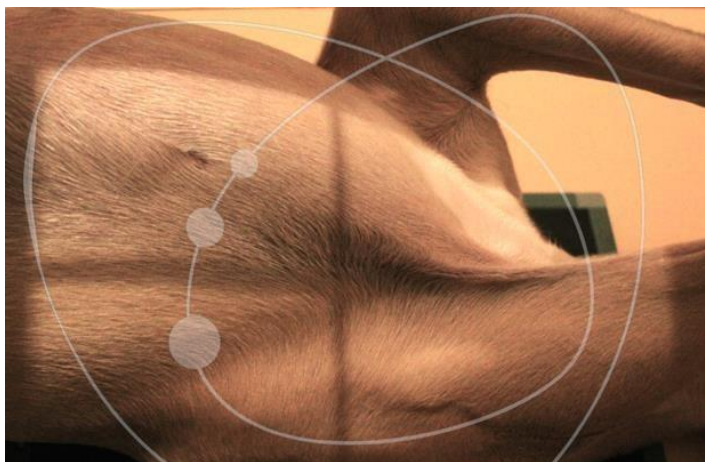
Figura 109.
Radiografía mediolateral de hombro



Fuente propia.
Nota: no hay superposición con la tráquea.

Centre la articulación del hombro en la película. Gire ligeramente el paciente lejos de la extremidad radiografiada

Figura 110.
Ilustrativa del posicionamiento caudocraneal del hombro



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>
Nota: estructura bien centrada para que la articulación esté despejada

Figura 111.
Radiografía caudocraneal de hombro.

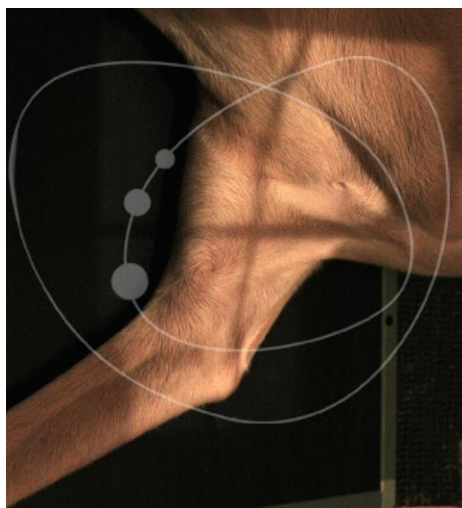


Fuente propia.
Nota: articulación despejada

Húmero:

El miembro evaluado debe estar en contacto con la película, se debe incluir la articulación del hombro y el codo para un estudio completo del húmero.

Figura 112.
Ilustrativa del posicionamiento mediolateral del humero



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>
Nota: verificar que la extremidad contraria no se interponga en la imagen

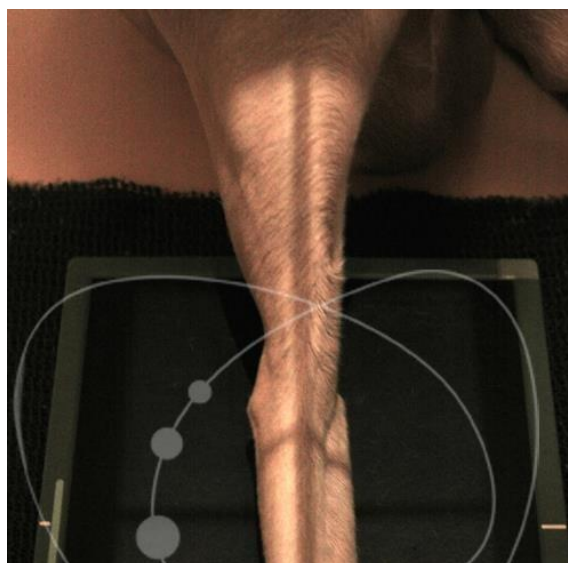
Figura 113.
Radiografía mediolateral del humero.



Fuente propia.

Nota: completa visualización de articulaciones cercanas

Figura 114.
Ilustrativa del posicionamiento craneocaudal del humero.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>

Nota: estructura en contacto con el chasis.

Figura 115.
Radiografía craneocaudal del humero.

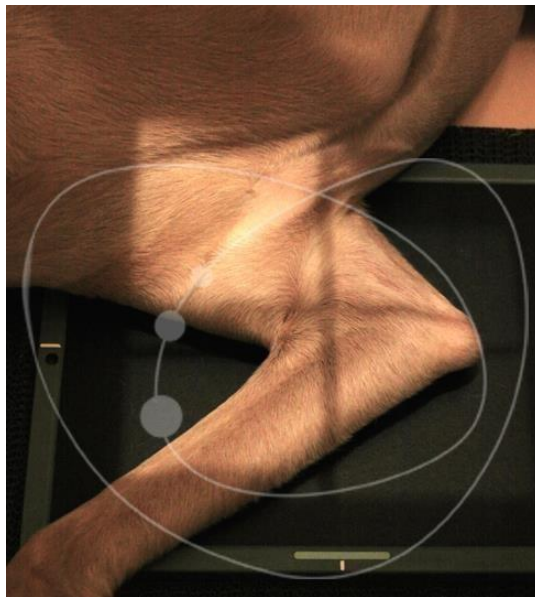


Fuente propia. Nota:
completa visualización de articulaciones cercanas

Codo

Mantener la angulación natural, sin extender ni flexionar la articulación. La porción distal de la extremidad se puede rotar lateralmente (supinación) para obtener una superposición óptima de los cóndilos humerales y visualización de la interlínea articular.

Figura 116.
Ilustrativa del posicionamiento mediolateral del codo.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>
Nota: posición natural

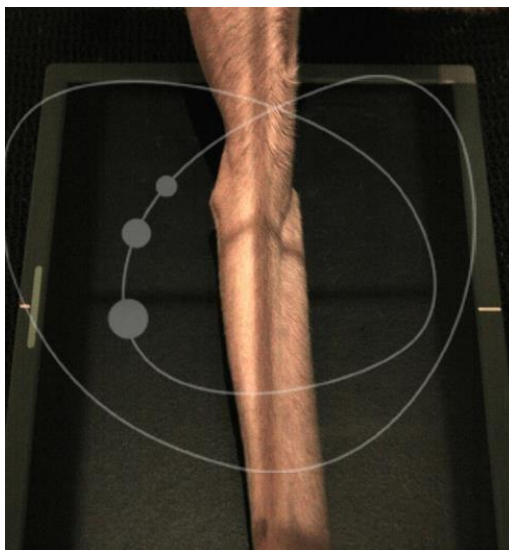
Figura 117.
Radiografía mediolateral del codo



Fuente propia
Nota: posición natural.

Eleve y lateralice la cabeza para que no se superponga con la extremidad. Extienda la extremidad y alinee el codo girándolo hacia adentro y la muñeca hacia afuera (supinación).

Figura 118.
Ilustrativa del posicionamiento craneocaudal del codo.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>
Nota: evitar la superposición de imágenes.

Figura 119.
Radiografía craneocaudal del codo.

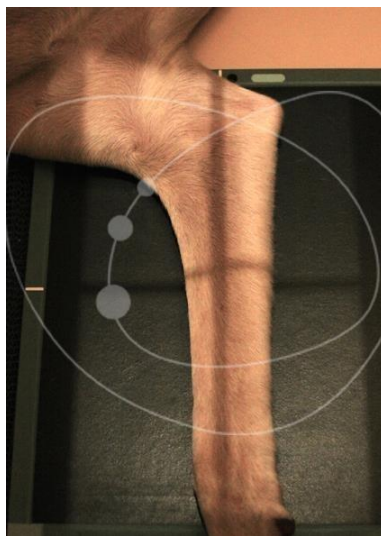


Fuente propia.
Nota: completa visualización de articulaciones cercanas

Radio-cúbito:

Extienda la extremidad e incluya el codo y la articulación radiocarpiana.

Figura 120.
Ilustrativa del posicionamiento mediolateral del radio y del cubito.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>
Nota: estructura completamente apoyada sobre el chasis

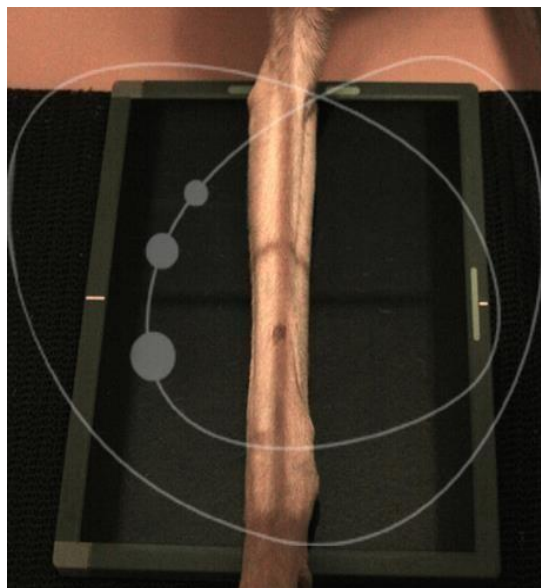
Figura 121.
Radiografía mediolateral del radio y del cubito.



Fuente propia.
Nota: completa visualización de articulaciones cercanas

Extienda la extremidad e incluya el codo y la articulación radiocarpiana. Realice una supinación discreta de la extremidad.

Figura 122.
Ilustrativa del posicionamiento craneocaudal del radio y del cubito.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>
Nota: completa visualización de articulaciones cercanas

Figura 123.
Radiografía craneocaudal del radio y del cubito.



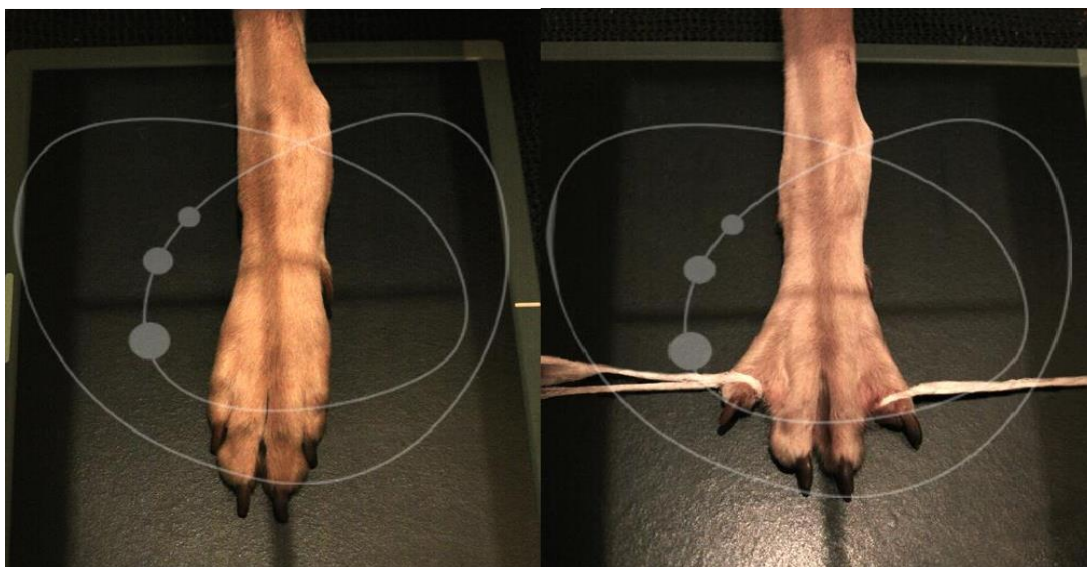
Fuente propia.
Nota: completa visualización de articulaciones cercanas

Carpo y dígito

Puede sujetarse por el codo del animal, haciendo que la región del carpo y las falanges se radiografíen juntas. Es necesaria una ligera supinación del miembro para que la mano quede plana y el carpo no sea oblicuo, sin superposición de los dedos. Se pueden colocar bolas de algodón entre los dedos para separarlos mejor, si es necesario.

En casos de pacientes grandes, eleve la extremidad contralateral a que el paciente busque el equilibrio apoyando el miembro que está sobre la placa.

Figura 124.
Ilustrativas del posicionamiento dorsopalmar de carpos y dígitos.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>
Nota: utilizar aditamentos para evitar la superposición

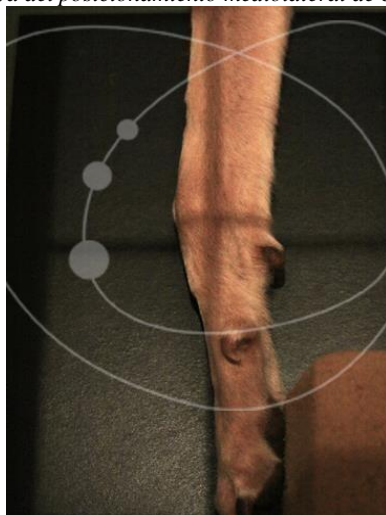
Figura 125.
Radiografías dorsopalmar de carpos y dígitos.



Fuente propia.
Nota: no hay interposición de imágenes

Extienda la extremidad y evite la rotación del carpo. Se puede atar un cordón al carpo para ayudar en la extensión de la extremidad.

Figura 126.
Ilustrativa del posicionamiento mediolateral de carpos y dígitos.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>
Nota: con apoyo

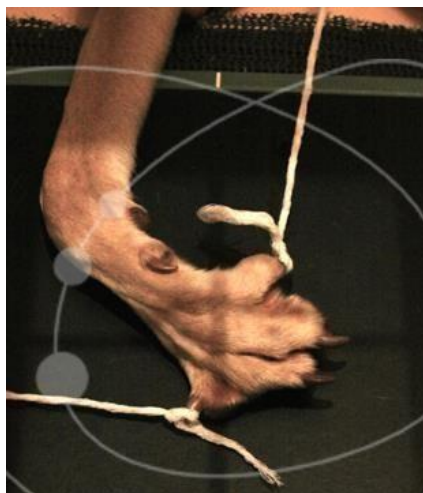
Figura. 127.
Radiografía mediolateral de carpos y dígitos.



Fuente propia.
 Nota: extensión de la extremidad

Proyección mediolateral de las falanges esta posición se puede realizar cuando existe la necesidad de aislar una falange en proyección Mediolateral con el uso de hilos radiolúcidos, los dedos deben estar separados.

Figura 128.
Ilustrativa del posicionamiento mediolateral de las falanges.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>
 Nota: separar las falanges con ayuda de hilos o cuerdas

Figura 129.
Radiografía mediolateral de las falanges.



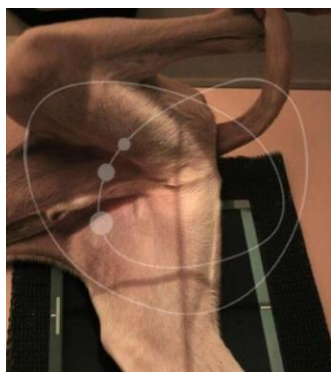
Fuente propia.
Nota: falange aislada

Miembros pélvicos

Fémur

La extremidad que se va a radiografiar debe estar cerca de la película coloque el centro del fémur en cuestión con el centro de la película, e incluya la articulación de la cadera y la rodilla. La extremidad de arriba debe ser traccionada caudal o cranealmente.

Figura 130.
Ilustrativa del posicionamiento mediolateral del fémur.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>
Nota: separar la extremidad contraria

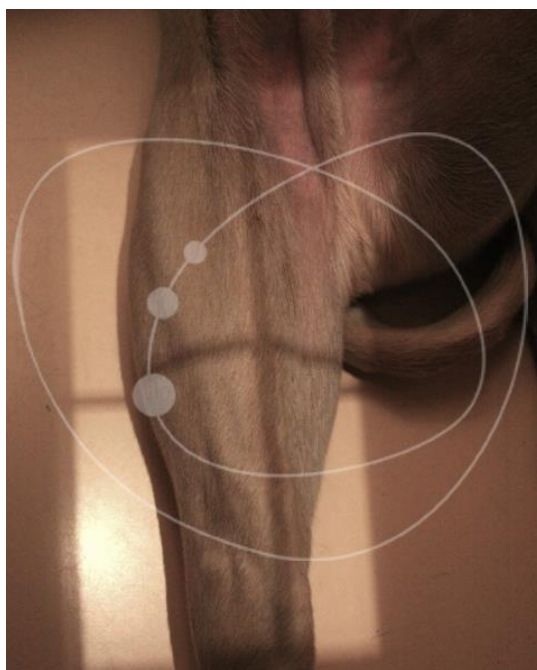
Figura 131.
Radiografía mediolateral del fémur.



Fuente propia.

Nota: se observa por completo articulaciones cercanas (cadera-rodilla)

Figura 132.
Ilustrativa del posicionamiento craneocaudal del fémur.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>

Nota: extensión del fémur

Figura 133.
Radiografía craneocaudal del fémur.

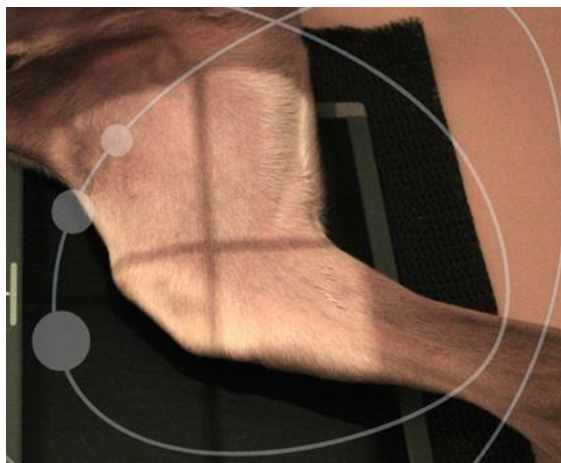


Fuente propia.
Nota: extensión del fémur

Rodilla

Centre la articulación de la rodilla. Intentar obtener una imagen donde se superpongan los cóndilos femorales y se individualice el peroné.

Figura 134.
Ilustrativa del posicionamiento cediolateral de rodilla.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>
Nota: posición natural de la rodilla

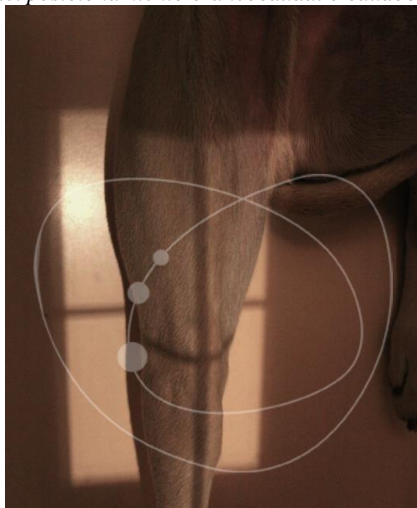
Figura 135.
Radiografía cediolateral de la rodilla.



Fuente propia.
Nota: posición natural de la rodilla

Centre la articulación de la rodilla rotando internamente la extremidad para que la rótula quede colocada entre los cóndilos femorales la extremidad debe extenderse de manera que la interlínea de la articulación femorotibial sea visible.

Figura 136.
Ilustrativa del posicionamiento craneocaudal o caudocraneal de rodilla.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>
Nota: extensión de la extremidad con una leve rotación interna

Figura 137.
Radiografía craneocaudal o caudocraneal de la rodilla.

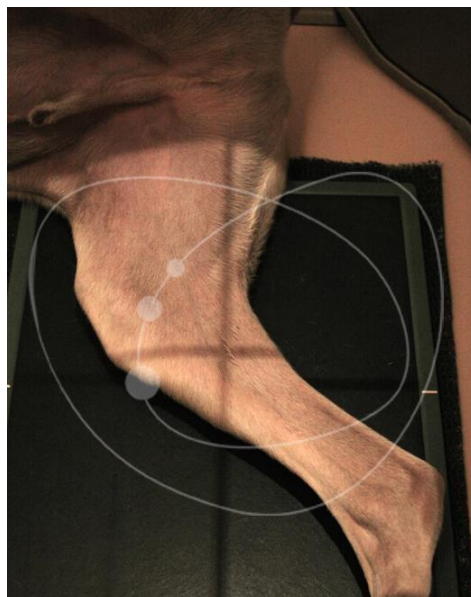


Fuente propia.
Nota: extensión de la extremidad

Tibia-peroné

La extremidad para radiografiar debe estar en contacto con la película. Ubicar la mitad de la tibia en cuestión al centro de la película. Es importante evitar superposición de la extremidad contralateral.

Figura 138.
Ilustrativa del posicionamiento mediolateral de tibia-peroné.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>
Nota: separar la extremidad contraria

Figura 139.
Radiografía mediolateral de la tibia-peroné.

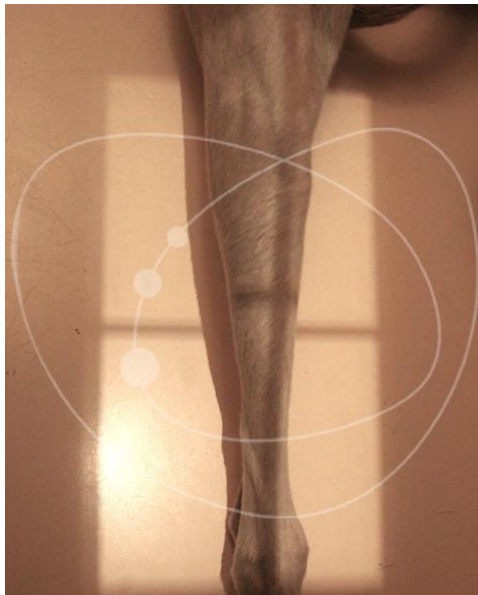


Fuente propia.
Nota: separar la extremidad contraria

Cuando hay una fractura de tibia, la extensión de la extremidad se ve perjudicada. Se puede intentar extender la rodilla con apoyo en ella y consecuente extensión de la porción distal del miembro.

Figura 140.

Ilustrativa del posicionamiento craneocaudal de tibia-peroné.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>

Nota: extender la rodilla, es caso de fractura de la extremidad para mejorar la imagen

Figura 141.

Radiografía craneocaudal de la tibia-peroné.



Fuente propia.

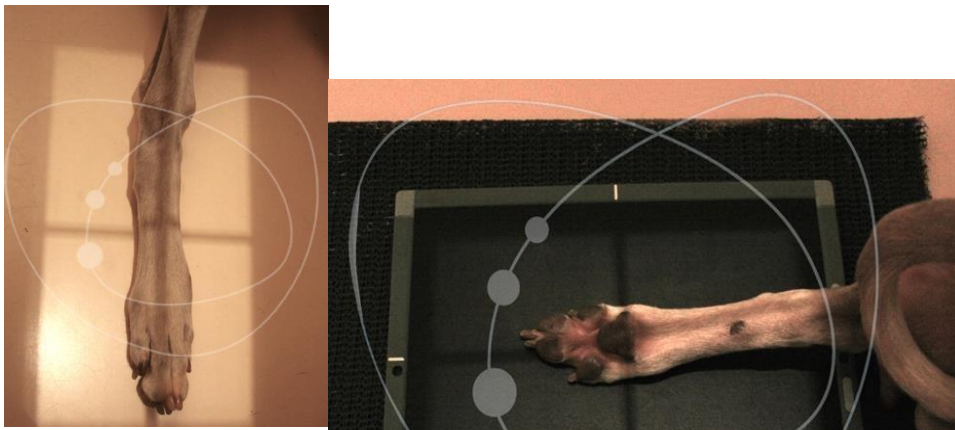
Nota: extender la rodilla, es caso de fractura de la extremidad para mejorar la imagen

Tarso y dígitos

Las radiografías del tarso y los dedos de las extremidades pélvicas se pueden realizar tanto en vista plantarodorsal como dorsoplantar. La imagen resultante será la misma, pero la proyección realizada siempre debe ser informada al veterinario ya que puede mimetizarse con la extremidad contralateral. Si toma radiografías de los dedos, no deben sostenerse se deben hacer los dedos individualmente sin oblicuidad de las extremidades.

Figura 142.

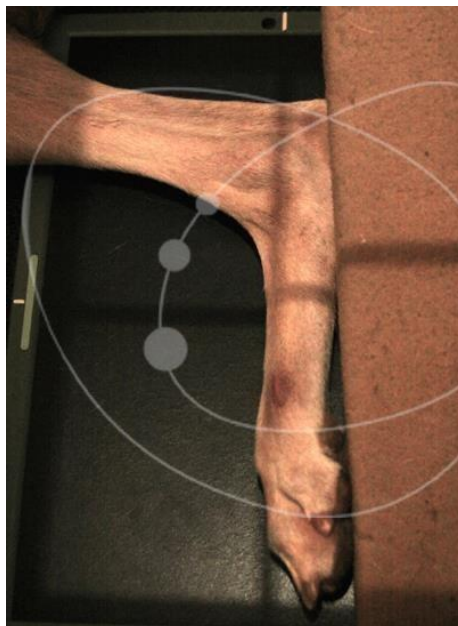
Ilustrativa del posicionamiento dorsoplantar / plantarodorsal de tarso y dígitos.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>

Nota: plantarodorsal o dorsoplantar

Figura 143.
Radiografía mediolateral del tarso y dígitos.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>
Nota: utilizar un apoyo para mejor posicionamiento

Figura 144.
Radiografía mediolateral de la tarso y dígitos.



Fuente propia.
Nota: correcto posicionamiento

Laminario

Imágenes Radiográficas Veterinarias Digitales.

Figura 145.
Radiografía VD de tórax.



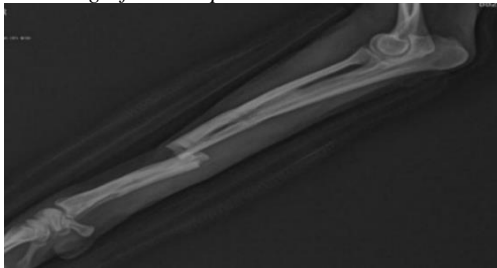
Fuente propia.
Nota: canino de 4 meses.

Figura 146
Radiografía LLD



Fuente propia.
Nota: canino de 4 años

Figura 147.
Radiografía de un paciente canino



Fuente propia.
Nota: con fractura de radio-cubito, de 4 años.



Fuente propia.
Nota: de un felino de 2 años

Figura 149.
Radiografía ML de rodilla.



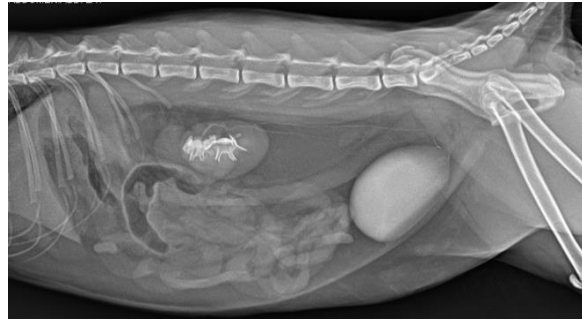
Fuente propia.
Nota: paciente canino de 4 años .

Figura 150.
Radiografía CRCD de rodilla.



Fuente propia.
Nota: paciente canino de 4 años

Figura 151.
Urografía excretora.



Fuente propia.
Nota: paciente felino de 3 años

Figura 152.
Radiografía de megacolon.



Fuente propia.
Nota: felino de 11 años

Figura 153.
Radiografía CRCD de rodilla.



Fuente propia.
Nota: luxación patelar de un paciente canino de 6 años

Figura 154.
Radiografía DV con boca abierta de mandíbula



Fuente. Propia.
Nota: felino de 6 meses

Imágenes Radiográficas Veterinarias Convencionales

Figura 155. Radiografía DV de tórax.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet> Nota: con signo de D invertida, canino de 9 años

Figura 156. Radiografía tránsito intestinal LL



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>
Nota: paciente canino

Figura 158. Radiografía LM de radio-cubito.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>
Nota: canino de 6 meses.

Figura 159. Radiografía CRCD del fémur.



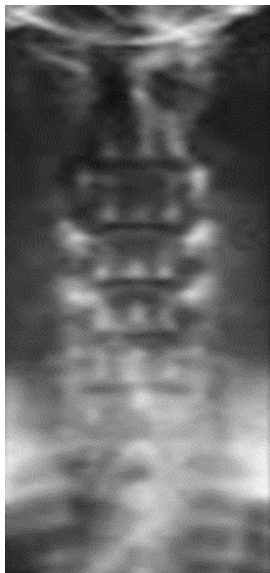
Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>
Nota: canino de 6 años

Figura 157. Radiografía VD de cadera de un paciente canino de 10 años



Fuente. Posicionamiento radiológico.
Nota: canino de 10 años

Figura 160. RadiografíaVD de columna cervical.



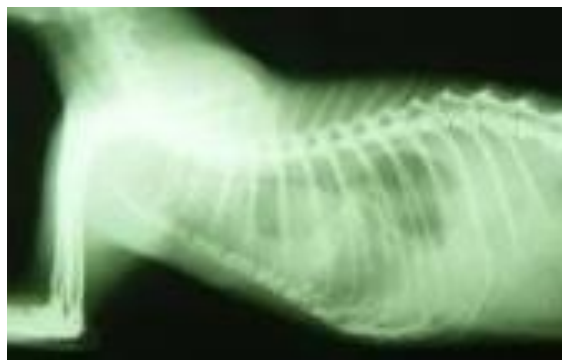
Fuente: posicionamiento radiológico Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>
Nota: canino de 12 años.

Figura 162. De una radiografía CR-CD del fémur.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>
Nota: planeación quirúrgica.

Figura 161. Radiografía LL de tórax.



Fuente: posicionamiento radiológico.
Nota: felino de 6 años

Figura 163. Radiografía VD con boca abierta de cráneo.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>
Nota: felino de 10 años.

Figura 164. De una radiografía LLD del cráneo.



Fuente: guía de posicionamiento <https://imagen.vet>
Nota: canino de 9 años

Consideraciones finales

Para la correcta evaluación de una región, al menos se deben realizar dos proyecciones ortogonales.

Un historial detallado es importante para una evaluación minuciosa de las imágenes.

La calidad de la imagen radiográfica depende de tres factores radiográficos, que son radiopacidad, nitidez y contraste. Las diferentes radiopacidades dan origen a la imagen, sean las zonas más o menos transparentes a los rayos x, ellas van del blanco al negro. La nitidez depende de la claridad de los contornos de la imagen y el contraste es la diferencia de radiopacidades en la radiografía.

La radiografía veterinaria sigue siendo todavía la técnica de diagnóstico por imagen que se utiliza con mayor frecuencia en la clínica de pequeños, grandes animales y fauna silvestre por esta razón se necesitan de varias referencias que sirvan de guía para la realización de la interpretación radiográfica.

El estudio radiográfico comienza con la obtención de una radiografía de buena calidad, bien posicionada, en la proyección empleando el kilovoltaje y miliamperaje y el momento de disparo adecuados en función del estado clínico del individuo, de la especie, la raza, la edad y la condición corporal.

Las radiografías digitales permiten el desarrollo de una ventana de los tejidos blandos y huesos en la misma imagen, sin necesidad de repetir exposiciones con técnicas diferentes, como sucede con el sistema película/pantalla.

En los sistemas de imágenes digitales, la reiteración de tomas decrece sin embargo no desaparece porque muchas repeticiones son el resultado de mal posicionamiento, falta de inclusión de toda el área de interés y movimiento.

La radiología digital tiene un rango dinámico muy superior a la analógica, este factor en la práctica diaria implica que podamos obtener radiografías de excelente calidad diagnóstica trabajando con intervalo de valores de exposición mucho más amplios que en radiología convencional.

Apéndice 2

Carta de autorización para la búsqueda y uso de datos institucionales

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA PARA OBTENCIÓN DE GRADO DE LA TECNOLOGO EN RADIOLOGIA E IMÁGENES DIAGNOSTICAS UNAD

Yo, Juan Esteban Jaramillo Martínez identificado con documento de identidad No 972 8474703 en mi calidad de representante legal de la empresa CLINICA VETERINARIA DE MEDELLIN S A S. Con NIT 9009483252, ubicada en la ciudad de Medellín, Colombia.

OTORGO LA AUTORIZACIÓN

A los señores (a) Juan Camilo Cortes Tobón, Karla Cristina Gutiérrez Rodríguez y Luis Fernando González Ávila estudiantes de la Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnósticas de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) para acceder a información que les sea útil como: información de pacientes, imágenes radiográficas, historias clínicas, documentos de información, exámenes, fotografías, entre otros.

Con la finalidad de desarrollar su Trabajo de Proyecto Aplicado como alternativa de trabajo de grado "La Imagenología Veterinaria en el último quinquenio: Una mirada holística hacia la era digital, desde los fundamentos de la Radiología Convencional, estudio realizado en el departamento de Antioquia".

Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una X la opción seleccionada.

- Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa.
 Mencionar el nombre de la empresa.


Firma y Sello del Representante Legal
 CC: 972 8474703


C.V.M.
 CLINICA VETERINARIA DE MEDELLIN
 M.V. Juan Esteban Jaramillo M.
 Universidad de Antioquia M.P. 22591

Los estudiantes declaran que los datos emitidos en esta carta y en el Proyecto son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, los estudiantes serán sometidos al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente y, asimismo, asumirán todas las responsabilidades ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.

Luis Fernando González
Firma del Estudiante Responsable
 CC: 1040372676


C.V.M.
 CLINICA VETERINARIA DE MEDELLIN
 NIT. 900.948.325-2

Referencias bibliográficas

- Arcila Quiceno, V. H., Ruíz Saénz, J., & Ruiz Buitrago, J. D. (2019). Protección radiológica en prácticas veterinarias. <https://repository.ces.edu.co/handle/10946/5257>
- Cahua, J. Díaz, D. (2009). Diagnóstico de cuerpos extraños gastrointestinales en caninos mediante ecografía y radiología. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172009000100009&script=sci_arttext
- Carlyle, S (2018). Manual de radiología para técnicos. Física, biología y protección radiológica. Elsevier.
- Coulson, A., Lewis, N. An atlas of interpretative radiographic anatomy of the dog and cat 2^a ed. Blackwell publishing, Oxford, 2008.
- Flores, E. (2011). Radiología Convencional y Digital o Computada. Obtenido de Equipos Radiológicos Convencionales Y Digitales, Áreas donde se utiliza la Radiología.<http://emilyradiologiaconvdig.blogspot.com/2011/12/radiologiaconvencional-y-digital-o.html>
- González, C. F. M., & Díaz, M. C. (2016). La radiología digital: adquisición de imágenes. Informática y Salud, 33-40. http://www.conganat.org/SEIS/is/is45/IS45_33.pdf
- Guerrero, L. H. U., Deossa, M. A. T., & Guerrero, J. A. D. LA PRIMERA Radiografía Tomada En Colombia. http://contenido.acronline.org/Publicaciones/RCR/RCR27-4/09_Radiografia.pdf
- Lamb CR. Ultrasonographic diagnosis of congenital portosystemic shunts in dogs. Vet Radiol Ultrasound 1996; 37:281-288. <https://www.ortocanis.com/es/content/radiologia-en-pequenos-animales>

- Lorente Pérez-Sierra, A. (2004). Radiología convencional versus radiología digital. *Cient. dent.*(Ed. impr.), 81-83. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/ibc-128519>
- Mendoza, J. (2009). Conceptos básicos de Radiología Veterinaria.
- Moraiz, A. V., Ligorred, V. M., Lasheras, A. R., Franco, S. F., Bringas, F. J. V., & García, A. L. Competencia en conocimientos anatómicos y hallazgos radiológicos: uso del revelado digital directo como herramienta de aprendizaje para el alumnado de tercer curso del grado en Veterinaria. Buenas prácticas en la docencia universitaria con apoyo de TIC. *Experiencias en 2020*, 411. <https://www.torrossa.com/gs/resourceProxy?an=5087574&publisher=FZ0510#page=410h>
<https://es.scribd.com/doc/12906641/https://es.scribd.com/doc/12906641/Medicina->
- Moreno, M. G. R. Manual De Radiología En Animales De Fauna Silvestre Y Exótica. https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/28404/4/2020_manual_radiologia_a_nimales.pdf
- Murphy, S.E., Ballegeer, E.A., Forrest, L.J., Schaefer, S.L. Magnetic resonance imaging findings in dogs with confirmed shoulder pathology. *Vet Surg*, 2008 Oct; 37(7):631-8.
- Ober, C.P., Freeman, L.E. Computed tomographic, magnetic resonance imaging, and crosssectional anatomic features of the manus in cadavers of dogs without forelimb disease. *Am J Vet Res*, 2009 Dec; 70(12):1450-8.
- Quintero Colorado, J. A. (2021). Frecuencia de Alteraciones Radiológicas En Mascotas Del Valle de Aburra (Doctoral dissertation, Unilasallista Corporación Universitaria). <http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/handle/10567/3118>

- Rides, C. F. (2008). La radiología digital en veterinaria. Argos: Informativo Veterinario, (98), 56-57. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4581413>
- Roldán, V. P., & Ferraro, M. D. C. (2005). El aporte de la Radiología convencional al aprendizaje de la Anatomía Veterinaria. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 6(2), 1-2.
- Rojas, C. A (2019). Estudio preliminar para la implementaciones de una sala de radiología en una clínica veterinaria para pequeños animales. Repositorio UCC. <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/15689>
- Sánchez, X (2018). Manual práctico de radiología torácica en pequeños animales. Servet.
- Squire L, Novelline R. 2000. Fundamentos de radiología. Masson, Barcelona.
- Thrall DE. Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology, 4th edition. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 2002. <http://www.iprltda.cl/noticias/que-es-la-radiologia-veterinaria/>
- Quiros O, Quiros J. Radiología digital ventajas, desventajas, implicaciones éticas. Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría [Internet] agosto de 2005; 2-5 [Consultado 20 enero 2019] <https://docplayer.es/36319923-Radiologia-digital-ventajas-desventajasimplicaciones-eticas-revision-de-la-literatura.html>
- Uribe Ramírez, M. A. (2017). Radiología veterinaria. <https://digitk.areandina.edu.co/handle/areandina/1331>
- Velásquez C, Henao DC, Echavarría OA, Coronado LM, Martínez CE. Dosis absorbida de radiación ionizante proveniente de un equipo de rayos x por el personal de la UCI en Manizales 2008- 2009. Cuaderno de investigaciones semilleros Andina [Internet] 2008; 1: 56-61 [Consultado 20 de diciembre 2018] <http://revia.areandina.edu.co/ojs/index.php/vbn/article/view/462/495>
- Veterinaria-Conceptos-Basicos-de-Radiologia-Veterinaria-Dr-Jorge-Mendoza

MIAesordeTesis. (Agosto 28, 2019). Guía para elaborar el resumen de una tesis. Mi asesor de tesis. <https://miasesordetesis.com/guia-para-elaborar-el-resumen-de-una-tesis/>