UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS INSTITUTO DE FARMACOLOGÍA

DESCRIPCIÓN ANATÓMICA DEL TRACTO GASTROINTESTINAL MEDIANTE TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA CONTRASTADA ORAL Y ENDOVENOSA EN DOS CANINOS ADULTOS.

Memoria de Título presentada como parte de los requisitos para optar al TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO.

CLAUDIA PAMELA YEFI RUBIO

VALDIVIA – CHILE

2008

| PROFESOR PATROCINANTE | | |
|--------------------------|------------------------|-------|
| | Dr. Marcelo Gomez J. | Firma |
| | | |
| | | |
| | | |
| PROFESOR COPATROCINANTE | | |
| | Dr. Marcelo Mieres L. | Firma |
| | | |
| | | |
| | | |
| PROFESORES CALIFICADORES | Dr. Environ Devedor II | E: |
| | Dr. Enrique Paredes H. | Firma |
| | | |
| | | |

Dr. Javier Ojeda O.

Firma

FECHA DE APROBACIÓN: <u>10 de junio del 2008</u>

ÍNDICE

| Capítulo | Página |
|-----------------------|--------|
| 1. RESUMEN | . 1 |
| 2. SUMMARY | . 2 |
| 3. INTRODUCCIÓN | 3 |
| 4. MATERIAL Y MÉTODOS | . 15 |
| 5. RESULTADOS | . 19 |
| 6. DISCUSIÓN | . 31 |
| 7. BIBLIOGRAFÍA | . 41 |
| 8. ANEXOS | . 45 |
| 9. AGRADECIMIENTOS | . 47 |

1. RESUMEN

La tomografía computarizada es útil en el diagnóstico de patologías abdominales en caninos, sin embargo para ello es necesario un detallado conocimiento de la anatomía regional. El objetivo de este trabajo fue describir topográfica y morfológicamente el tracto gastrointestinal presente en la cavidad abdominal, en caninos adultos, por medio de tomografía computarizada, utilizando medios de contraste gastrointestinal e intravascular. Se utilizaron 2 caninos adultos, mestizos, hembras enteras, de 2 y 4 años y un peso de 7,3 y 12,4 kg respectivamente. Después de un ayuno de 24 horas, a los animales se les administró aprox. 2,8 ml de medio de contraste oral (MD-76^{\mathbb{R}}) diluidos en 210 ml de agua. Posteriormente los perros fueron anestesiados, posicionados en decúbito esternal y asegurados a la camilla del escáner con cintas adhesivas. Las imágenes tomográficas se obtuvieron 30 minutos después de la administración de contraste oral, e inmediatamente a la administración del medio de contraste intravascular (Ioversol, 320 mgI/ml). Se utilizó un tomógrafo de cuarta generación y los parámetros técnicos incluyeron un espesor de corte de 5 mm y un intervalo de corte de 3 mm, desde la vértebra T10 hasta la zona caudal de la vértebra L7. Los animales fueron eutanasiados y sus cadáveres mantenidos en la misma posición por 1 semana a -20° C, para ser seccionados transversalmente a un espesor de 5 mm aproximadamente, a nivel de la cavidad abdominal. Finalmente, las imágenes tomográficas fueron fotografiadas, identificadas, rotuladas y posteriormente comparadas con las correspondientes secciones anatómicas.

En la región abdominal craneal el estómago, sus porciones y pliegues gástricos fueron claramente identificados. El duodeno, yeyuno e íleon se visualizaron en la región abdominal craneal y media, como tubos o círculos fácilmente visibles por su lumen hiperdenso y por la presencia de burbujas de aire hipodensas. En la región abdominal media y caudal, el colon dividido en colon ascendente, transverso y descendente, se visualizó con un lumen hiperdenso con burbujas de aire y paredes con densidad de tejido blando. El páncreas ubicado en la región abdominal craneal y media, en las imágenes tomográficas se observó con una densidad heterogénea con bordes poco definidos. El hígado ocupando gran parte de la región abdominal craneal, mostró un parénquima homogéneo sin poder diferenciar cada lóbulo en forma individual, ya que no se definieron las fisuras interlobulares. La vesícula biliar se observó hipodensa con respecto al parénquima hepático. Sin embargo, los ductos pancreáticos y ducto biliar no pudieron ser observados. Otras estructuras como los vasos sanguíneos, mesenterio, omento mayor, el bazo, riñones, vejiga urinaria y uréteres, órganos reproductivos femeninos y nódulos linfáticos fueron delimitadas dentro del tejido adiposo intraabdominal.

Los resultados de este estudio permiten concluir que la tomografía computarizada con contraste oral y endovenoso permite una adecuada caracterización del tracto gastrointestinal y sus glándulas anexas en caninos adultos.

Palabras claves: Tomografía Computarizada, Abdomen, Canino.

2. SUMMARY

ANATOMICAL DESCRIPTION OF THE GASTROINTESTINAL TRACT BY COMPUTED TOMOGRAPHY USING ORAL AND INTRAVENOUS CONTRAST IN TWO ADULT DOGS

Computed tomography is useful in diagnosis of abdominal diseases in dogs, however detail knowledge of the regional anatomy is necessary. The purpose of this study was to develop a contrast imaging study of the canine gastrointestinal tract and its correlation with anatomic slices. For the study 2 mixed female adult dogs of 2 and 4 years old and weighting 7.3 and 12.4 kg were used. After a complete clinical examination animals received 2.8 ml of contrast medium diluted in 210 ml of water. General anaesthesia was maintained with Isuofluorane. Later dogs were positioned in sternal recumbency and secure to the computed tomography table by duct tape. Image acquisition begun 30 minutes after oral contrast was delivery. Transverse images of 5 mm thickness and 5 mm interval were obtained with a 4th generation computed tomography unit. Images were obtained from the T10 until the caudal portion of L7. Image acquisition start immediately after a intravascular bolus injection of 640 mgI/kg contrast medium with a velocity of 5 ml/sec. Animals were later euthanized with a overdose of Pentobarbital. Cadavers were kept in the same position of the scan and placed in a frozen room for 1 week. Anatomical sections were obtained from the abdominal cavity using a circular band saw. Finally, computed tomography images were photograph, identified and labelled for comparison with anatomical sections.

Results from this study shown a clearly identification of the gastrointestinal tract in the intrabdominal surrounding tissue. The stomach portions and gastric folds were clearly visualized. Small and large intestine portions and lumen were also clearly identified. Duodenum, Jejune and Ileum were observed having a circular hiperdense lumen with hipodense air bubbles. Ascending, transverse and descending colon were observed having a circular hiperdense lumen with air bubbles and its walls appear with a soft tissue density. The pancreas was observed with a heterogeneous density with poorly define margins. The liver showed a homogenous parenchyma without identification of the different lobes or interlobar fissures. Gall bladder was observed hypodense in relation with the liver parenchyma. Common bile duct and pancreatic ducts were not observed. Other structures as blood vessels, spleen, kidneys, bladder and reproductive female organs were observed surrounded by the intraabdominal fat.

Results from this study allow us to conclude that oral and intravenous contrast computed tomography is adequate for characterization of the gastrointestinal tract and their glands in adult dogs.

Key words: Computed tomography, Abdomen, Dog.

3. INTRODUCCIÓN

3.1. TRACTO GASTROINTESTINAL Y GLÁNDULAS ANEXAS

El aparato digestivo comprende los órganos implicados en la recepción, la reducción mecánica, la digestión química, la absorción del alimento y de la bebida, y en la eliminación de los residuos no absorbidos (Dyce y col 2003). El aparato digestivo, comienza en la abertura de la boca y termina en el ano y se desarrolla en el embrión a partir de un simple tubo, cuyo origen principal es el endodermo, y, por esa razón, se le conoce como tubo digestivo (Dyce y col 2003, König y Liebich 2005). La unión de las dos partes del sistema digestivo en el canino: estómago e intestinos, que están íntimamente asociadas en su función, se conocen conjuntamente como tracto gastrointestinal (Dyce y col 2003). La cavidad abdominal contiene el tracto gastrointestinal y dos glándulas indispensables, el hígado y el páncreas. También incluye el bazo, los omentos, mesenterio, los riñones, los uréteres, la vejiga urinaria, los ovarios y cuernos uterinos, glándulas adrenales, muchos plexos nerviosos, vasos sanguíneos, nódulos y vasos linfáticos (Dyce y col 2003). Cranealmente la cavidad abdominal se proyecta hacia la cavidad torácica caudal al diafragma, formando la porción intratorácica de la cavidad abdominal donde se encuentra situado el hígado (Dyce y col 2003, König y Liebich 2005). Las cavidades abdominal y pélvica están ampliamente comunicadas entre sí. En la cavidad pélvica se localizan el recto con el ano, la vejiga urinaria o sus porciones caudales, en las hembras la uretra, el cuerpo del útero, el cuello del útero, la vagina y el vestíbulo de la vagina y en el macho la porción pelviana de la uretra, los extremos de los conductos deferentes y la próstata (König y Liebich 2005). Los músculos que conforman la pared abdominal son los dos músculos oblicuos, transverso y recto del abdomen (Hermanson y Evans 1993). La estructura de la pared del tracto gastrointestinal esta formada por cuatro capas, desde adentro hacia afuera: túnica mucosa, túnica submucosa, túnica muscular formada por una membrana muscular longitudinal externa y otra circular interna y, la túnica serosa o revestimiento peritoneal (König y Liebich 2005).

En el canino desde el punto de vista topográfico, el abdomen se divide en tres regiones principales, delimitadas por dos planos imaginarios transversos: región abdominal craneal (epigastrio); región abdominal media (mesogastrio) y región abdominal caudal (hipogastrio) (Sisson y col 1995, König y Liebich 2005) (figura 1). La región abdominal craneal esta ubicada entre el diafragma, que se extiende cranealmente en dirección oblicua desde la parte proximal de la costilla 13, parte distal de la costilla 12, unión costocondral de la costilla 11, además del tramo de la costilla 10 y 9, curvándose en el octavo cartílago costal, y la porción caudal de la segunda vértebra lumbar (Evans 1993, Park 2001). La región abdominal media continúa caudalmente a la región craneal del abdomen y llega hasta el plano transverso que pasa por la porción más craneal de las alas de íleon, dividiendo en dos la parte caudal de la vértebra L6. En dirección caudal se encuentra ubicada la región caudal del abdomen hasta la línea terminal (Evans 1993, König y Liebich 2005).



Fig. 1. Divisiones del abdomen canino (imagen modificada de Evans 1993)

3.1.1. Tracto gastrointestinal

El tracto gastrointestinal, parte del tubo digestivo esta formado de los siguientes segmentos consecutivos: estómago, intestino delgado e intestino grueso. Estos componentes se encuentran las cavidades abdominal y pélvica (Sisson y col 1995).

3.1.1.1. Estómago

El estómago, la dilatación mayor de tubo gastrointestinal, es un órgano musculoglandular ubicado entre el esófago y el intestino delgado (Evans 1993). El lumen del estómago se encuentra cerrado por músculos esfínteres, en la entrada por el cardias y en la salida por el píloro (Evans 1993, König y col 2005^b). El estómago almacena temporalmente los alimentos y es donde comienzan los procesos de digestión (Sisson y col 1995, Dyce y col 2003). Los perros poseen un estómago simple de una sola cavidad (König y col 2005^b). El estómago del perro tiene una capacidad de 0,5 a 6 litros de acuerdo a la raza, siendo la capacidad promedio en un perro de tamaño medio, de 2,4 litros (Ellenport 1995, Dyce y col 2003).

Las divisiones mayores del estómago son la porción cardiaca, fondo, cuerpo y porción pilórica (Evans 1993, Barber y Mahaffey 2001) (figura 2). Posee una superficie parietal y otra visceral, una curvatura mayor y una menor (Evans 1993). La porción cardiaca es la porción que comunica con el esófago (Evans 1993). El fondo y el cuerpo están situados principalmente a la izquierda del plano medio, en contacto con el diafragma y con el hígado. La parte ventral del cuerpo pasa al lado derecho antes de continuarse con la porción pilórica, que también se

encuentra en contacto con el hígado (Dyce y col 2003). La parte pilórica del estómago continúa caudalmente, tiene forma tubular y se halla ubicada en el lado derecho, estando compuesta por el antro pilórico y el canal pilórico (König y col 2005^b). La superficie craneal del estómago o cara parietal mira hacia el hígado y el diafragma, la superficie caudal o cara visceral lo hace hacia las vísceras abdominales ubicadas caudalmente que incluyen la masa intestinal, el riñón izquierdo, el páncreas y el omento mayor (Evans 1993, Dyce y col 2003, (König y col 2005^b). El estómago está surcado dorsalmente por una pequeña curvatura cóncava, la curvatura menor del estómago, que se opone a la curvatura mayor situada ventralmente (König y col 2005^b). La curvatura mayor, convexa, presta fijación al omento mayor, del que una parte (ligamento gastroesplénico) une el bazo con el estómago. La curvatura menor, se une con el hígado por el omento menor (Dyce y col 2003). La posición y relaciones anatómicas obviamente dependen del grado de repleción del estómago. La topografía y la forma del estómago en el animal vivo están influidas por los cambios funcionales (Dyce y col 2003).



Fig. 2. Divisiones mayores del estómago canino (imagen modificada de Barber y Mahaffey 2001)

Fibras elásticas ayudan a la muscular de la mucosa gástrica a configurar los pliegues de la mucosa que dan el relieve característico de la superficie en el órgano vacío. Estos pliegues tienen una orientación predominantemente longitudinal, aunque individualmente son tortuosos; sólo se borran completamente cuando el estómago está muy distendido (Dyce y col 2003).

3.1.1.2. Intestino delgado

Se conoce como intestino delgado la porción ubicada entre el píloro y el ciego y en caninos posee una longitud aproximada de 4 metros (Ellenport 1995, König y Liebich 2005). Ocupa la mayor parte de la cavidad abdominal, caudal al hígado y al estómago (Ellenport 1995). El intestino delgado está formado por tres porciones: duodeno, yeyuno e íleon (Evans 1993, König y col 2005^b).

El duodeno esta firmemente unido al techo de la cavidad abdominal mediante un corto mesoduodeno. Según Evans (1993) y Dyce y col (2003) la longitud aproximada del duodeno es de 25 cm. En este trayecto está relacionado dorsalmente con el lóbulo derecho del páncreas, ventralmente con el yeyuno y medialmente con el colon ascendente y el ciego (Dyce y col 2003). El duodeno es dividido en cuatro porciones que corresponden a la porción craneal, porción descendente, porción caudal y porción ascendente del duodeno (Evans 1993). Desde el píloro, el duodeno se curva en dirección caudal con el nombre de flexura duodenal craneal y discurre como parte descendente del duodeno hasta la entrada de la pelvis, desde donde se curva en dirección medial, con el nombre de flexura duodenal caudal. Continúa un pequeño tramo, como parte ascendente del duodeno en dirección craneal y finalmente, después de la flexura duodenoyeyunal que se dirige ventralmente, se continúa con el yeyuno (König y col 2005^b). En la porción inicial del duodeno desembocan los ductos colectores del páncreas y el ducto biliar o colédoco (Evans 1993, König y col 2005^b).

El yeyuno es la porción mayor del intestino delgado. Las asas yeyunales están sujetas por un mesoyeyuno, que les permite una amplia movilidad dentro de la cavidad abdominal (König y col 2005^b). El yeyuno ocupa el espacio existente entre el estómago y el hígado cranealmente y la entrada de la pelvis caudalmente (Ellenport 1995, König y col 2005^b). El yeyuno está localizado ventrocaudal al estómago vacío y se encuentra separado de la pared abdominal ventral y lateral solo por las láminas profunda y superficial del omento mayor (Evans 1993). En contraste al relativamente fijo duodeno, el yeyunoíleon es la parte más móvil y libre del tracto gastrointestinal (Evans 1993).

El íleon es la parte terminal del intestino delgado, pasa cranealmente a la región sublumbar, a lo largo de la superficie medial del ciego y se abre en el colon descendente por la unión ileocólica (Ellenport 1995, Dyce y col 2003). El yeyuno e íleon según Níckel y col (1967) posee en promedio una longitud de 290 cm, de los cuales, señala Evans (1993), el íleon del perro forma aproximadamente los últimos 15 cm del intestino delgado. No existe una diferencia microscópica, que marque la división entre yeyuno e ileon (Evans 1993), y aunque existen ciertos cambios estructurales progresivos, éstos no permiten identificar un límite definido entre ambos (Dyce y col 2003).

3.1.1.3. Intestino grueso

El intestino grueso no presenta bandas longitudinales, tenias ni saculaciones como en otras especies. En general, el intestino grueso es un tubo simple, solo levemente más grande en diámetro que el intestino delgado (Evans 1993). El intestino grueso esta dividido en ciego, colon, recto y canal anal. En el colon además, se diferencian tres partes, ascendente, transversa y descendente (Evans 1993, Darryl 2001, Dyce y col 2003).

El ciego del perro es corto y tiene un trayecto en tirabuzón (König y col 2005^b). Está unido al íleon por medio del pliegue ileocecal (Dyce y col 2003). En el perro no corresponde a la primera parte del intestino grueso porque el íleon se comunica sólo con el colon, y el ciego existe como un divertículo de la porción proximal del colon (Evans 1993). El lumen del ciego

se comunica solamente con el interior del colon, caudal a la unión ileocólica, a través de una apertura que está protegida por un anillo muscular interno (esfínter cecocólico) (Dyce y col 2003). El otro extremo del ciego es aguzado y ciego (Ellenport 1995).

El colon está suspendido completamente en toda su longitud por un mesocolon bastante largo, que le permiten cierta movilidad (Dyce y col 2003). Se encuentra ubicado en la parte dorsal de la cavidad abdominal (Evans 1993). El colon según Dyce y col (2003) posee aproximadamente 65 cm de longitud. El colon ascendente es muy corto, cuando alcanza la porción pilórica del estómago gira hacia la izquierda y cruza el plano medio, para dar origen al colon transverso (Ellenport 1995). La parte transversa discurre de derecha a izquierda, relacionada cranioventralmente con el estómago y craniodorsalmente con el lóbulo izquierdo del páncreas. Ventrocaudalmente el colon transverso está en contacto con las asas del intestino delgado (Evans 1993). El colon descendente es más largo; se dirige caudalmente, a la izquierda de la raíz del mesenterio, hasta llegar a la cavidad pélvica, para transformarse en recto (Darryl 2001, Dyce y col 2003). El calibre del colon es casi igual en todo su trayecto (Ellenport 1995).

El recto es la más dorsal de las vísceras pélvicas y está situada encima de los órganos de la reproducción, de la vejiga urinaria y de la uretra (Dyce y col 2003). Esta porción del intestino grueso se dilata formando la ampolla rectal y finalmente se transforma en el canal anal, que termina en el ano. El canal anal, junto con el ano, constituye el tramo final del tubo digestivo (König y col 2005^b). El lumen en la unión rectoanal se estrecha, donde la mucosa forma unos pliegues longitudinales, normalmente comprimidos entre sí para ocluir el orificio (Dyce y col 2003).

3.1.2. Glándulas anexas

3.1.2.1. Hígado

El hígado se localiza entre el diafragma cranealmente, y el estómago, duodeno, páncreas, riñón derecho y masa intestinal, caudalmente (Evans 1993). Aunque se extiende a través del plano medio, en todas las especies la mayor parte se sitúa a la derecha del abdomen (Evans 1993). La superficie diafragmática o superficie parietal del hígado, es fuertemente convexa y está en contacto con el diafragma. La superficie visceral del hígado es irregularmente cóncava y está en contacto con el estómago, duodeno, páncreas, y el riñón derecho. Los márgenes lateral derecho e izquierdo del hígado están cerca de la pared abdominal. El hígado puede estar separado de la pared abdominal ventral debido a la presencia de tejido adiposo en el ligamento falciforme (Evans 1993, Pechman 2001, Dyce y col 2003, König y col 2005^b). El hígado representa el 3% del peso total del cuerpo (Dyce y col 2003). El hígado esta dividido en cuatro lóbulos y cuatro sublóbulos. Estos lóbulos son el lóbulo hepático derecho, lóbulo hepático izquierdo, lóbulo cuadrado y lóbulo caudado. Los lóbulos izquierdo y derecho están subdivididos en los sublóbulos lateral derecho, medial derecho, lateral izquierdo y medial

izquierdo. El lóbulo caudado posee el proceso papilar y proceso caudado (Evans 1993, Dyce y col 2003).

El lóbulo lateral izquierdo es el mayor y tiene un contorno oval. El lóbulo medial izquierdo es más pequeño y prismático. El lóbulo medial derecho es el segundo en tamaño. El lóbulo lateral derecho es el tercero en tamaño y tiene un contorno oval (Ellenport 1995). En su superficie visceral está el lóbulo caudado, subdividido en un proceso papilar y un proceso caudado (König y col 2005). El lóbulo cuadrado es una porción profunda del parénquima hepático que esta esencialmente en el plano medio, interpuesto en la fisura que separa los lóbulos medial izquierdo y medial derecho. El lóbulo cuadrado está un tanto fusionado al lóbulo medial derecho (Evans 1993). La vesícula biliar es una vesícula piriforme que está situada entre el lóbulo cuadrado medialmente y el lóbulo derecho medial lateralmente (Evans 1993). El ducto cístico se une al ducto hepático en la parte ventral de la fisura portal, y forma con él el ducto biliar; este último pasa a la derecha de la parte craneal del duodeno y desemboca en la papila duodenal mayor (Ellenport 1995, König y col 2005^b).

La vena cava caudal pasa ventral y cranealmente, al principio en un surco profundo del lóbulo caudado, luego insertada en la superficie diafragmática del lóbulo lateral derecho. La vena cava caudal recibe dos a tres venas hepáticas inmediatamente antes de atravesar el diafragma cranealmente (Ellenport 1995).

3.1.2.2. Páncreas

El páncreas del perro presenta forma de U, y se le considera constituido por un cuerpo, de ubicación media, y dos lóbulos largos y estrechos que se hallan en ángulo agudo con el vértice en V acomodado en la flexura craneal del duodeno (Ellenport 1995, Dyce y col 2003, König y col 2005^b). El lóbulo izquierdo, más corto, se encuentra en el origen del omento mayor, en la pared dorsal del abdomen, mientras que el lóbulo derecho acompaña a la parte descendente del duodeno (Dyce y col 2003). El páncreas del perro comúnmente posee dos ductos excretores, en conformidad con el origen dual de la glándula. Estos dos ductos por lo general se comunican dentro de la glándula. En el perro el ducto excretor más grande es el ducto pancreático accesorio que desemboca en el duodeno en la papila duodenal menor. El otro ducto más pequeño es el ducto pancreático que puede estar ausente en el perro. El ducto pancreático está asociado con la apertura del ducto biliar y por lo general entra en el duodeno en la papila duodenal mayor junto al ducto biliar (Evans 1993).

3.2. ESTRUCTURAS ASOCIADAS

Las estructuras asociadas al tubo digestivo, pero no formando parte de él, son el bazo, nódulos linfáticos y el peritoneo.

El bazo del perro es un órgano alargado, alojado en la parte craneal izquierda del abdomen donde está unido a la curvatura mayor del estómago por su inclusión en el omento mayor (Dyce y col 2003).

Los nódulos linfáticos abdominales pueden dividirse en dos grupos: parietal y visceral, los cuales se ubican en el espacio retroperitoneal y las vísceras, respectivamente (Mahaffey y Barber 2001). Los nódulos linfáticos responsables del drenaje de la pared abdominal y de los órganos de la cavidad abdominal se localizan principalmente en la región lumbar y alrededor del origen de las arterias viscerales en las cercanías de la aorta (König y Liebich 2005). Los centros linfáticos asociados con el drenaje de las vísceras abdominales son: el linfocentro lumbar, celíaco, mesentérico craneal y caudal (Dyce y col 2003, König y Liebich 2005).

El peritoneo se divide en una parte parietal que recubre a las paredes, una parte visceral que envuelve directamente a los órganos y una serie de dobles pliegues que conectan la parte parietal con la visceral. Estos pliegues se conocen como mesenterios, pero el sentido del término está restringido al pliegue que sustenta al intestino delgado (yeyuno e íleon) (Dyce y col 2003). Para la denominación de las diferentes secciones del mesenterio se antepone el prefijo "meso" al nombre griego del órgano hacia el cual discurre (p.ej., mesogastrio) (König y Liebich 2005). El omento mayor observado ventralmente, cubre toda la masa intestinal y se extiende desde la curvatura mayor del estómago a la entrada pelviana. Está insertado en la curvatura mayor del estómago, la parte izquierda del colon, la rama izquierda del páncreas y el hilio del bazo (Ellenport 1995). El ligamento hepatogástrico forma junto con el ligamento hepatoduodenal, el único mesenterio intestinal ventral, el omento menor (König y Liebich 2005). El omento menor se extiende desde la curvatura menor del estómago hasta la fisura portal (Ellenport 1995).

3.3. TOMOGRAFÍA AXIAL COMPUTARIZADA

La Tomografia Axial Computarizada (TAC) o Tomografia Computarizada (TC), es un tipo especial de procedimiento radiológico que implica la medición indirecta del debilitamiento, o atenuación, de los rayos X en numerosos puntos o posiciones localizadas alrededor del paciente explorado que permite lograr la reproducción de una sección transversal del cuerpo con el fin de observar y estudiar sus estructuras anatómicas internas (Trujillo 1990, Hofer 2005). El concepto básico que define en pocas palabras la tomografia computarizada, es que la estructura interna de un objeto puede ser reconstruida a partir de múltiples proyecciones de ese objeto (Báez y Soto 2005). La mayoría de los cortes de tomografía computarizada están orientados verticalmente al eje corporal y se llaman habitualmente cortes o secciones axiales o transversales. Para cada corte el tubo de rayos X rota alrededor del paciente para obtener un grosor de corte preseleccionado. La tomografía computarizada es la técnica de elección para adquirir imágenes axiales completas del cuerpo sin las desventajas de la interposición ósea y/o aérea de las radiografías convencionales (Hofer 2005). En la radiografía no se puede representar en una película de dos dimensiones toda la información contenida en un objeto que posee tres, quedando las diferentes estructuras superpuestas. Además, la radiografía

convencional es capaz solo de discriminar entre tejidos de densidad muy diferente como lo son el aire, agua, hueso, grasa, pero no es capaz de separar en forma cuantitativa las distintas densidades de las estructuras exploradas por el haz de rayos X (Bosch 2004).

La adquisición de imágenes tomográficas esta basada en la densitometría de rayos X y usa los mismos principios básicos que la radiografía convencional. Las imágenes son adquiridas por la rotación de un tubo alrededor del paciente emitiendo un haz muy fino de rayos X (Trujillo 1990), obteniendo una serie de proyecciones con el uso de detectores rotatorios (tercera generación) o estacionarios (cuarta generación) (Berry 2001). A medida que un rayo X de alto voltaje colimado penetra en los tejidos del paciente, fracciones del rayo original se absorben mientras que otras pasan a través. Similar a la radiografía convencional, la intensidad del rayo X detrás del objeto es medido para formar una imagen de proyección. Esto es logrado con el uso de detectores de rayos X. Midiendo la intensidad del rayo primario y comparándolo con el rayo atenuado, el valor de atenuación a lo largo de cada rayo desde la fuente hasta el detector puede ser calculado (Ohlerth y Scharf 2007). Estos valores de atenuación promedios en cada elemento de la matriz, llamado Hounsfield Units (HU), son luego visualizados como elemento de imagen (píxeles cortos) en variedades de gris en una matriz de imagen digital de dos dimensiones. Un píxel por lo tanto representa una imagen de dos dimensiones de un vóxel de tres dimensiones dentro del paciente, siendo la tercera dimensión el grosor del corte transversal examinado en el paciente (Ohlerth y Scharf 2007).

La tomografía computarizada representa una modalidad de imágenes de diagnóstico de rutina para determinar una gran variedad de enfermedades abdominales en humanos (Ohlerth y Scharf 2007). En medicina veterinaria la tomografía computarizada está aumentando su disponibilidad y convirtiéndose rápidamente en una herramienta esencial para el trabajo diagnóstico en pequeños animales (Ohlerth y Scharf 2007).

Algunas aplicaciones representativas de la tomografía computarizada presentan información disponible tanto en enfermedades intracraneales del cerebro incluyendo el uso de medio de contraste (neoplasias, del desarrollo, inflamatorias, degenerativas o vasculares), como lesiones extracraneales incluyendo enfermedades senonasales, del oído y órbita. Otras aplicaciones representativas incluyen: craneofacial, columna vertebral, de extremidades, tórax y abdomen (Tidwell y Jones 1999, Ohlerth y Scharf 2007). En pequeños animales con trauma agudo, particularmente aquellos que involucran áreas anatómicas complejas tales como la cabeza, columna vertebral o pelvis, la tomografía computarizada ha sido establecida como el método estándar de imágenes. Con el aumento de disponibilidad de terapia de radiación en medicina veterinaria, la tomografía computarizada también ha sido la principal herramienta para clasificar un tumor, para monitorear la respuesta y guiar la terapia de radiación (Tidwell y Jones 1999).

Con el desarrollo de la tomografía computarizada helicoidal o espiral, a inicios del año 1990, los tiempos de escaneo han sido drásticamente reducidos, lo cual es de particular valor en pacientes animales que tienen que ser anestesiados, para prevenir el movimiento del paciente durante el escaneo, con la ventaja de poder reducir el tiempo de anestesia, o poder

realizar la mayoría de los exámenes bajo sedación profunda en vez de anestesia general (Tidwell y Jones 1999, Teixeira y col 2007). El aumento de la disponibilidad de tomografía computarizada helicoidal en medicina veterinaria ha permitido el desarrollo de técnicas nuevas tales como la angiografía de TC espiral y la tomografía computarizada de alta resolución. Las imágenes de Resonancia Magnética o MRI, es otra técnica de imágenes de cortes seccionados los que comparados a la tomografía computarizada, ofrecen una resolución superior de tejidos blandos, pero a mayor costo y limitada disponibilidad en medicina veterinaria. La escintigrafía provee principalmente de información funcional más que anatómica (Ohlerth y Scharf 2007). La introducción del escáner de TC multidetectores o multicortes para escanear áreas más grandes del cuerpo ha provisto de una capacidad más veloz que los primeros escáner de TC espirales o helicoidales (Flohr y col 2005), y al reducir dramáticamente el costo de las anteriores generaciones de escáner y especialmente los escáner helicoidales, ha aumentado la disponibilidad, lo cual seguramente aumentará significativamente en el futuro (Ohlerth y Scharf 2007).

Existen otras técnicas diagnósticas comúnmente utilizadas en medicina veterinaria, como lo son la ultrasonografía y la endoscopia. La endoscopia es una herramienta diagnóstica disponible en la medicina veterinaria que ofrece al clínico un método mínimamente invasivo para examinar la mayor parte del tracto gastrointestinal, vías respiratorias superiores e inferiores, tracto uterino y urinario inferior (uretra principalmente), cavidad abdominal (laparoscopia), cavidad torácica (toracoscopia), y los espacios articulares (artroscopia). Las endoscopias en el canino permiten visualizar directamente las superficies mucosas y se pueden obtener biopsias sin necesidad de recurrir a la cirugía. De entre sus aplicaciones terapéuticas destacan la extracción de cuerpos extraños, dilatación de estenosis y colocación de sondas de alimentación gástrica (Kenneth 1993, Tams 1999). Las principales ventajas que nos entrega este método es la baja morbilidad y mortalidad además de la gran capacidad diagnóstica que permite una visualización directa de la mucosa, así como también para instaurar un tratamiento. Las desventajas y las contraindicaciones que presentan son en pacientes con estados de deshidratación, infartos del miocardio e insuficiencia respiratoria, así como en pacientes con alteración de los factores de la coagulación o perforaciones del aparato digestivo (Tams 1999).

La ultrasonografía diagnóstica en medicina veterinaria se emplea para obtener imágenes no invasivas de los tejidos blandos (Han y col 1997). Las imágenes ultrasonográficas representan cortes topográficos de órganos y tejidos, lo que permite determinar situación, tamaño, forma, extensión y delimitación de las estructuras internas de manera no invasiva, económica y segura. El procedimiento no requiere de anestesia, ya que en algunos casos, permite prescindir de la sedación o de la anestesia general ya que no provoca dolor o disconformidad para el animal durante el examen, no obstante el paciente debe estar tranquilo y el contacto adecuado entre el transductor y la piel abdominal se asegura con el rasurado del pelaje y aplicación de gel acústico (Fritsch y Gerwing 1996). A diferencia de la radiología simple, la cual requiere dos o más proyecciones para complementar el estudio, la ecografía efectúa muchos cortes a través de distintos planos para crear la reconstrucción tridimensional del órgano de interés (Tapia 2007). Las radiografías demuestran el tamaño, la forma y la posición del los órganos.

Las ecografías muestran los hallazgos encontrados en las radiografías, así como la estructura interna de los tejidos blandos y la dinámica de algunos de estos órganos (ejemplo, motilidad del intestino) (Han y col 1997).

3.4. MEDIOS DE CONTRASTE UTILIZADOS EN TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA

La tomografía computarizada es un procedimiento que puede ser realizado con o sin el empleo de medios de contraste; una buena parte de las exploraciones con tomografía computarizada se benefician de su empleo por el realce de la imagen que ofrecen al radiólogo. Los medios de contraste se usan de tres formas: gastrointestinal, intravascular e intratecal (Trujillo 1990). A nivel gastrointestinal se aplica en forma oral o en enema opacificando la luz de las asas intestinales y, así, diferenciando el tracto gastrointestinal respecto de los músculos y órganos advacentes (Hofer 2005). Por la vía intravascular se puede administrar en bolo, por infusión o bifásico, es decir, mitad bolo y mitad en goteo (Trujillo 1990, Mallincrodt 2000). Por ésta vía se distinguen las estructuras vasculares normales de las anormales por ejemplo, aneurismas y fístulas arteriovenosas, se caracteriza la vascularización de una masa, se mejora el detalle anatómico, se incrementa la detección de las lesiones focales en hígado, cerebro y bazo y se opacifica el tracto urinario. Con el aumento de la densidad de los vasos sanguíneos también se proporciona información acerca del grado de perfusión sanguínea (captación del medio de contraste) en los tejidos patológicos: por ejemplo, las alteraciones en la barrera hemato-encefálica, los contornos de los abscesos o la captación heterogénea de las lesiones tumorales (Trujillo 1990, Mallincrodt 2000, Hofer 2005). La forma intratecal sirve para opacificar lesiones a nivel de Sistema Nervioso Central, ya sea a nivel de las cisternas (cisternografía), ventrículos (ventriculografía) o la medula espinal (mielografía) (Trujillo 1990). No obstante, la sustancia de contraste ideal no existe, ya que con cualquiera de las disponibles pueden presentarse complicaciones, las reacciones adversas ya sean inmediatas o tardías pueden manifestarse en todo el organismo, pero son más frecuentes en el sistema nervioso, aparato cardiovascular, respiratorio y renal (Llerena y Llerena 2002). Lamentablemente no existe ninguna prueba que permita predecir con seguridad qué pacientes son susceptibles de presentar una reacción adversa que generalmente es de aparición súbita (Llerena y Llerena 2002).

3.4.1. Medios de contraste utilizados en exámenes de tomografía computarizada abdominal

Como medio de contraste positivo existen dos tipos de agentes muy utilizados que son el sulfato de bario y los compuestos orgánicos yodados hidrosolubles (Han y col 1997). En seres humanos, los medios de contraste comúnmente usados durante el examen de abdomen anterior son de tipo oral positivo (Ramsay y col 2001, Llerena y Llerena 2002). También se usa medio de contraste endovenoso, no solo para opacificar los grandes vasos y el tracto urinario, sino para estudiar las características de un órgano o masa.

El sulfato de bario es un medio de contraste no hidrosoluble, con el que se alcanza el mejor recubrimiento de las membranas mucosas, pero el organismo no lo puede eliminar, ya que no se ve afectado por las secreciones gástricas, pudiendo tardar 3 o más horas en pasar del estómago al colon (Han y col 1997, Hofer 2005). El sulfato de bario no debe emplearse si esta programada la realización del cirugía con apertura de luz del intestino o si se sospecha de fístula o perforación del tracto gastrointestinal; la combinación de bario e ingesta dentro de la cavidad peritoneal puede causar una peritonitis más grave, granulomas por cuerpo extraño o adherencias serosas. Por lo tanto, para el tracto gastrointestinal debería usarse un medio de contraste de yodo orgánico hidrosoluble, como el Gastrografín[®], que el organismo podrá reabsorber si se disemina por la cavidad abdominal (Han y col 1997, Mcneel y Riedesel 2001, Hofer 2005).

Las soluciones de yodo orgánico (iónicas) se utilizan en casos de sospecha de perforación intestinal. Las ventajas de su uso son el tiempo de tránsito rápido, no irritante para superficies serosas, reabsorción rápida después del derrame extraluminal. Las desventajas es que puede formar precipitados, absorberse por la mucosa y excretarse por el tracto urinario. Al ser un medio de contraste hipertónico genera aumento del paso de fluido hacia el lumen gastrointestinal, lo que produce dilución del medio de contraste y desequilibrio electrolítico con posterior deshidratación de pacientes jóvenes o debilitados (McNeel y Riedesel 2001). Las soluciones de yodo orgánico (no iónicas), se utilizan en casos de sospecha de perforación intestinal, en pre-endoscopias y en mielografías. Las ventajas de su uso son variadas: tiempo de tránsito rápido, no irritante, reabsorción después del derrame extraluminal, baja osmolalidad y no tiende a diluirse progresivamente. Las desventajas de su utilización son los costos (Han y col 1997, McNeel y Riedesel 2001).

En muchos casos con el uso de un medio de contraste se puede obtener más información en comparación a la radiografía e incluso a la ultrasonografía. La calidad de la imagen en general ha sido mejorada sustancialmente y el mejoramiento de contraste endovenoso puede ser optimizado (Ohlerth y Scharf 2007).

Actualmente no existen muchos estudios relacionados al uso de medios de contraste oral en tomografías computarizadas abdominales de caninos.

3.5. OBJETIVO

3.5.1. Objetivo General

Describir topográfica y morfológicamente el tracto gastrointestinal presente en la cavidad abdominal, en caninos adultos, por medio de tomografía computarizada, utilizando medios de contraste gastrointestinal e intravascular.

3.5.2. Objetivos Específicos

- Correlacionar imágenes transversales de tomografía computarizada con cortes anatómicos transversales, provenientes de los mismos caninos con los que se realizó el estudio imagenológico.
- Identificación anatómica normal del tracto gastrointestinal y de sus glándulas anexas presentes en la cavidad abdominal del canino.
- Elaborar un atlas anatómico de imágenes transversales de tomografía computarizada contrastada, del tracto gastrointestinal y sus glándulas anexas.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. MATERIAL

4.1.1. Material biológico

Se utilizaron 2 caninos adultos mestizos, hembras enteras, de 2 y 4 años y un peso de 7,3 y 12,4 kg respectivamente.

4.1.2. Medios de contraste

Gastrointestinal: Diatrizoato de meglumina y diatrizoato de sodio*, 370mgI/ml (mg de Iodo/ml).

Intravascular: Ioversol **, 320mgI/ml (mg de Iodo/ml).

4.1.3. Equipos

Escáner: Unidad de Tomografia Computarizada de cuarta generación (Picker 4000 Medical System, Ohio, USA). Perteneciente al Hospital Veterinario de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Austral de Chile.

Cámara fotográfica digital: Sony, Cyber-shot, 5.1 megapixeles (Sony Corp, Japan), perteneciente al Instituto de Farmacología (Anatomía Veterinaria).

Sierra de cinta: 17mm, circular, (Mark®).Chile.

Congelador: Whirlpool WHD41ABDWC horizontal. Volumen total: 415 dm³. Multibras S.A. Brasil.

Software para imágenes: ArcSoft PhotoStudio 2000 y Adove Photoshop 7.0

4.1.4. Fármacos

Tiopental Sódico¹ Diazepam² Atropina³ Xilacina⁴ Ketamina⁵ Isofluorano⁶

4.1.5. Materiales anexos

Pincel paleta N° 16 Papel aluminio Cinta adhesiva Pie de metro Mica transparente Papel absorbente Pinza curva aserrada Vaso plástico mediano Lupa estereoscópica (15x) Espátula para cemento (uso odontológico) Tabla de madera aglomerada de 1m de largo por 30cm de ancho Base metálica para fijación de la cámara fotográfica con regulación en altura Bolsas transparente con cierre hermético (Ziploc®) Espátula de lámina de acero de 20cm de ancho por 30cm de largo

4.2. MÉTODOS

4.2.1. Examen general

Se realizó un examen clínico completo a ambos animales, en las dependencias del Hospital Veterinario de la Universidad Austral de Chile, con la finalidad de establecer su condición de animales sanos. Antes del examen de tomografía computarizada, los animales fueron sometidos a un período de ayuno de 24 horas con libre acceso al agua de bebida.

^{*} MD-76[®] R. Mallinckrodt Inc., St. Louis, MO. USA.

^{**}Optiray[®] 320, Ioversol Injection USP 68%, 320 mg/ml Organically Bound Iodine, Mallincrodt Inc., St. Louis, MO. USA.

¹ Tiopental Sódico, Frasco de 1 g. Laboratorio Bestpharma. Chile

² Diazepan, Ampollas de 10 mg en 2 ml. Laboratorio Biosano. Chile.

³ Atropina, Ampollas de 100 mg en 2 ml. Laboratorio Biosano. Chile.

⁴ Xilacina, Frasco de 50 ml al 1%. Laboratorio Holliday-Scott. Argentina.

⁵ Ketamina, Frasco de 50 ml al 10%. Laboratorio Drag Pharma. Chile.

⁶ Isofluorano USP. Frasco de 250 ml. Laboratorio Baxter. USA.

4.2.2. Preparación y protocolo de anestesia

Después del ayuno, los animales fueron depilados en el área que comprende desde la vértebra T10 hasta la zona más caudal de la vértebra L7, para facilitar la posterior sección anatómica. Luego, alrededor de 30 minutos antes de la premedicación anestésica, a los perros se les administró por vía oral un promedio de 2,8 ml de medio de contraste gastrointestinal MD-76[®], diluidos en aproximadamente 210 ml de agua. Posteriormente los animales fueron premedicados con xilacina (0,6 mg/kg) y atropina (0,02 mg/kg) ambos administrados por vía endovenosa. Inmediatamente después de la premedicación los animales fueron canulados con un catéter de 20 G en la vena cefálica derecha y la vía se mantuvo permeable mediante suero ringer lactato a una velocidad de 10 ml/kg/h. La inducción anestesia fue vía endovenosa mediante una mezcla anestésica que consistía en diazepam (0,1 mg/kg) y ketamina (5 mg/kg). Posteriormente la anestesia general fue mantenida con una mezcla inhalatoria de isofluorano (0,75%) v oxígeno (0.8 L/min). Luego los animales fueron posicionados en la mesa del TC sobre una tabla de madera aglomerada en decúbito esternal y asegurados con cintas adhesivas para inmovilizar al animal a nivel de cabeza, zona torácica y zona pélvica (Figura 3). Para evitar artefactos de posición del ejemplar sus extremidades posteriores se desplazaron hacia caudal y fueron fijadas mediante cinta adhesiva.



Fig. 3. Posicionamiento del perro sobre la mesa del tomógrafo.

4.2.3. Adquisición de imágenes de tomografía computarizada

La adquisición de imágenes tomográficas se realizó inmediatamente después de la administración del medio de contraste intravascular en dosis manual inicial de 640 mgI/kg a una velocidad de 5ml/seg. Luego se mantuvo el contraste mediante una infusión intravenosa a una dosis 48 mgI/kg/min. En ambos animales, el tiempo total para la adquisición de imágenes

tomográficas fue de alrededor de 18 minutos. La dosis total del medio de contraste intravascular administrado fueron aproximadamente 60 ml. Se realizaron cortes transversales de 5 mm de espesor, con un intervalo de corte de 5 mm desde la vértebra T10 hasta aproximadamente la entrada pélvica. Para ello se obtuvo un topograma inicial. Para evitar artefactos y distorsiones generados por la respiración la adquisición de imágenes se realizó con periodos de apnea de 1,5 minutos. Esto se consiguió mediante el cierre del circuito de respiración e incremento de la presión dentro del circuito mediante la compresión de la bolsa de reinspiración por el tiempo señalado anteriormente.

Las imágenes fueron observadas utilizando una ventana para tejido blando (ancho de ventana WW: 405; nivel de ventana WL: 91). Los parámetros técnicos incluyeron: Kv 130, mA 65, mAs 136-262.

4.2.4. Estudio anatómico

Después de obtenidas las imágenes de tomografía computarizada, los animales fueron eutanasiados mediante la administración endovenosa de una sobredosis de 1 g de Tiopental Sódico en dosis promedio de 108 mg/kg, para luego ser llevados al Pabellón de Anatomía Veterinaria, del Instituto de Farmacología de la Universidad Austral de Chile. Los cadáveres fueron mantenidos en la misma posición por 1 semana a -20°C. Posterior a este tiempo y mediante una sierra circular se realizaron secciones anatómicas de aproximadamente 5 mm de grosor incluyendo la misma zona utilizada en el estudio de tomografía computarizada. Inmediatamente las secciones anatómicas fueron envueltas en papel aluminio e introducidas en un envase sellado en forma individual los que fueron enumerados en forma correlativa y luego llevados nuevamente al congelador durante 24 horas. Transcurrido este tiempo las secciones anatómicas fueron retiradas del congelador, sacadas cuidadosamente de sus envolturas y dejadas sobre una superficie plana. Los restos de tejidos fueron retirados con un pincel Nº 16 utilizando agua fría y cada vez eran secadas con papel absorbente para eliminar el exceso de agua (Anexo). Posterior a la limpieza, las secciones anatómicas fueron fotografiadas con la cámara digital alrededor de, ocho veces tanto por su cara craneal como caudal, seleccionándose para cada uno de los lados la fotografía de mejor resolución. Luego las imágenes tomográficas también fueron fotografiadas para finalmente ser rotuladas y correlacionadas con la respectiva sección anatómica.

El programa computacional Adobe Photoshop CS2 se utilizó para realizar ajuste de niveles y equilibrio de colores de las imágenes de cortes anatómicos. El ajuste de tamaño y rotulación de las imágenes de cortes anatómicos y tomografía computarizada fue realizado con el programa computacional ArcSoft Photostudio 2000 y Adobe Photoshop 7.0.

La nomenclatura anatómica utilizada en las imágenes tomográficas y secciones anatómicas correspondientes se basó en la última edición de la Nomina Anatomica Veterinaria (I.C.V.G.A.M 2005). Para la identificación de las imágenes se utilizaron atlas anatómicos veterinarios (Ruberte y Sautet 1995, Done y col 1997, Loriot y col 1997).

5. **RESULTADOS**

En el presente estudio fueron analizados 2 caninos adultos, obteniéndose de cada uno un promedio 32 cortes anatómicos de aproximadamente 5 mm de grosor, que se compararon con 80 imágenes de tomografía computarizada (TC) de 5 mm de espesor, con un intervalo de corte de 5 mm. Se logró correlacionar 21 imágenes transversales tomográficas del abdomen y cortes anatómicos de ambos caninos, que se correspondieron en la forma más exacta posible, permitiendo visualizar y describir el tracto gastrointestinal, glándulas anexas y vasos sanguíneos relevantes. De las 21 imágenes se seleccionaron 10 pares de imágenes de zonas anatómicamente diferentes, siendo excluidos los demás cortes debido a la similitud entre cortes antecesores y posteriores.

Se muestran las correlaciones anatómicas de mejor calidad, de las imágenes obtenidas de ambos perros. Se utilizó una imagen tomográfica solo con contraste oral, obtenida previo a la aplicación del contraste endovenoso por la gran similitud con el corte anatómico seleccionado (figura 10). Las imágenes se presentan en progresión de craneal a caudal desde la zona caudal de la vértebra T10 hasta la zona caudal de la vértebra L7. Las secciones anatómicas seleccionadas fueron fotografiadas tanto en su cara craneal como caudal, y orientadas en relación a la imagen tomográfica correspondiente. Para facilitar la ubicación de cada corte anatómico y de tomografía computarizada se adjunta un topograma que indica el nivel donde se realizó cada corte (figura 4).

De la región abdominal craneal se muestran 6 imágenes correlativas (figuras 3 a la 8) ubicadas desde la vértebra T10 a la vértebra L2. De la región abdominal media se muestran 3 imágenes correlativas (figura 9 a la 11) desde la vértebra L2 hasta la vértebra L6. En la región abdominal caudal que es la más pequeña fue escogido 1 corte a nivel caudal de la vértebra L7 (figura 12).



Fig. 4. Topograma inicial de la región abdominal de un canino adulto en posición esternal.





Fig. 5. Imagen transversal de corte anatómico (A) y TC (B) con contraste oral y e.v. de un canino adulto. Las imágenes fueron obtenidas a nivel de la vértebra T10. En la fig. 4. corresponde a la sección nº 113. (D= derecho; I= izquierdo).





Fig. 6. Imagen transversal de corte anatómico (A) y TC (B) con contraste oral y e.v. de un canino adulto. Las imágenes fueron obtenidas a nivel de las vértebras T11 y T12. En la fig. 4. corresponde a la sección nº 117. (D= derecho; I= izquierdo).





Fig.7. Imagen transversal de corte anatómico (A) y TC (B) con contraste oral y e.v. de un canino adulto. Las imágenes fueron obtenidas a nivel de la vértebra T12. En la fig. 4. corresponde a la sección nº 120. (D= derecho; I= izquierdo).



Fig. 8. Imagen transversal de corte anatómico (A) y TC (B) con contraste oral y e.v. de un canino adulto. Las imágenes fueron obtenidas a nivel de la vértebra T13. En la fig. 4. corresponde a la sección nº 123. (D= derecho; I= izquierdo).



Fig. 9. Imagen transversal de corte anatómico (A) y TC (B) con contraste oral y e.v. de un canino adulto. Las imágenes fueron obtenidas a nivel de la vértebra L1. En la fig. 4. corresponde a la sección nº 127. (D= derecho; I= izquierdo).

mesenterio

hígado, lóbulo

bazo

izquierdo lateral

duodeno-

yeyuno

descendente





Fig. 10. Imagen transversal de corte anatómico (A) y TC (B) con contraste oral y e.v. de un canino adulto. Las imágenes fueron obtenidas a nivel de la vértebra L2. En la fig. 4. corresponde a la sección nº 130. (D= derecho; I= izquierdo).





Fig. 11. Imagen transversal de corte anatómico (A) y TC (B) con contraste oral y e.v. de un canino adulto. Las imágenes fueron obtenidas a nivel de la vértebra L3. En la fig. 4. corresponde a la sección nº 132. (D= derecho; I= izquierdo).





Fig. 12. Imagen transversal de corte anatómico (A) y TC (B) con contraste oral y sin contraste e.v. de un canino adulto. Las imágenes fueron obtenidas a nivel de la vértebra L4. En la fig. 4. corresponde a la sección nº 138. (D= derecho; I= izquierdo).



Fig. 13. Imagen transversal de corte anatómico (A) y TC (B) con contraste oral y e.v. de un canino adulto. Las imágenes fueron obtenidas a nivel de la vértebra L5. En la fig. 4. corresponde a la sección nº 141. (D= derecho; I= izquierdo).





Fig. 14. Imagen transversal de corte anatómico (A) y TC (B) con contraste oral y e.v. de un canino adulto. Las imágenes fueron obtenidas a nivel de la vértebra L7. En la fig. 4. corresponde a la sección nº 150. (D= derecho; I= izquierdo).

6. DISCUSIÓN

La información obtenida de este estudio de contraste permitió determinar la forma, posición, bordes, densidad, uniformidad y perfusión de los órganos presentes en la cavidad abdominal, facilitando así la identificación de las estructuras abdominales en forma separada de los tejidos blandos circundantes. Estudios similares, como el de Texeira y col (2007), describen el abdomen canino mediante tomografía computarizada (TC) helicoidal utilizando medio de contraste oral y endovenoso, sin ocupar cortes anatómicos transversales para comparar estructuras. Smallwood y George (1992, 1993) describieron en forma similar estructuras en imágenes de TC con su respectiva sección anatómica más la utilización de xeroradiografías, de la parte craneal y caudal del abdomen, sin utilizar medios de contraste en las imágenes tomográficas. Es por ello que en este estudio se mezclaron las técnicas de contraste oral y endovenoso además de la correlación con los cortes anatómicos.

6.1. TRACTO GASTROINTESTINAL

El tracto gastrointestinal del canino formado por la unión del estómago e intestinos, se visualizó claramente como tubos cortados en forma sagital y transversal dentro de la cavidad abdominal. El medio de contraste y las burbujas de aire intraluminales permitieron identificarlos con mayor facilidad del tejido circundante.

6.1.1. Estómago

En este estudio, las porciones del estómago que incluyen la porción cardiaca, fondo, cuerpo, y porción pilórica, fueron ubicadas en la región abdominal craneal. En las imágenes de tomografía computarizada (figura 6, 7 y 8), las paredes gástricas fueron bien definidas, siendo fácilmente delimitables del tejido conectivo que las rodea, observándose hiperdensas en relación al tejido hepático circundante. Hacia caudal (figura 9) una estructura irregularmente ovalada con un lumen marcadamente hiperdenso y con proyecciones de mucosa hipodensa fue observada a la izquierda del plano medio, correspondiendo a la zona más caudal del cuerpo del estómago. El fondo del estómago de forma ovalada presentó a nivel dorsal de su lumen una burbuja de aire hipodensa flotando en la zona próxima a la pared costal izquierda la que fue disminuyendo de tamaño hacia caudal (figura 6, 7 y 8). En la parte ventral del lumen del estómago, que incluye cuerpo y antro pilórico, se observó fluido con una densidad menor a las paredes de la mucosa gástrica, pero mayor a la del aire presente en la zona dorsal del lumen del fondo del estómago. Este fluido corresponde a una pequeña cantidad de medio de contraste oral diluido por las secreciones gástricas. En cambio en el trabajo de Smallwood y George (1993) se describe al estómago con una leve disminución de la densidad intraluminal, no

siendo diferenciados los pliegues de la mucosa gástrica individualmente en ninguna de sus porciones, observándose en el fondo del estómago una pequeña burbuja de gas hipodensa.

Barber y Mahaffey (2001) señalan que la incidencia de decúbito esternal genera que el gas ascienda al cardias y fondo y el líquido se asiente, llenando la porción pilórica y parte del cuerpo. En un paciente colocado en decúbito dorsal, el contenido líquido del lumen gástrico se ubica en el fondo y cuerpo del estómago, mientras que el gas asciende al cuerpo y antro pilórico. Por lo tanto, es muy importante reconocer las variaciones que existen en la apariencia del estómago normal si es rotado y comprender cómo puede ser alterada por el volumen y proporción de fluido y gas dentro del estómago (Barber y Mahaffey 2001).

Los pliegues de la mucosa gástrica aparecieron como proyecciones de mucosa relativamente hiperdensos separados por líquido en el espacio existente entre ellos. Los pliegues de la mucosa gástrica fueron más uniformes y paralelos a la curvatura gástrica en donde se observó mayor distensión (figura 6), y se tornaron tortuosos en el estómago no distendido lo que fue observado en el corte anatómico (figura 8). Barber y Mahaffey (2001) señalan que los pliegues rugosos varían en tamaño y número, y su apariencia depende del grado de distensión gástrica. Barber y Mahaffey (2001) además describen que los pliegues del antro pilórico se observan más pequeños y espiralados, lo que no se pudo observar en las imágenes tomográficas del presente estudio. Si bien Texeira y col (2007) realizaron un estudio contrastado del tracto gastrointestinal en caninos, no observaron nitidez en la visualización de la mucosa y pliegues gástricos. Probablemente debido a la administración de contraste oral 30 minutos antes de la adquisición de imágenes. En este trabajo, la administración de medio de contraste por el tracto gastrointestinal, y con ello mejor visualización e identificación de la pared y pliegues gástricos.

En humanos los medios de contraste orales son comúnmente dados previos a la realización de tomografias computarizadas del abdomen superior. En el estudio de Ramsay y col (2001) en humanos, utilizaron un medio de contraste oral de densidad grasa, produciendo una significativa mejora en la distensión y la visualización anatómica del estómago y del duodeno proximal, comparada con la lograda con el agua o el medio de contraste oral positivo, debido al efecto negativo de la grasa en el vaciado gástrico. Sin embargo, el agua utilizada como medio de contraste oral negativo, ha demostrado ser eficaz cuando se busca específicamente la mucosa gástrica o el sistema gastrointestinal superior, ya que tendría un efecto similar al contraste de densidad grasa, usando grandes volúmenes de agua (800-1000 ml) con una inyección ev de Buscopan[®], que relaja la capa muscular (Hofer 2005).

En el estudio realizado recientemente por, Erturk y col (2008) señalan que los medios de contraste oral de densidad de grasa tienen desventajas, tales como el alto contenido calórico y efectos gastrointestinales colaterales, que limitan su uso práctico. Además Erturk y col (2008) para la visualización del tracto gastrointestinal en humanos, compararon medios de contraste de sulfato de bario de alta y baja intensidad, para diagramar la anatomía gastrointestinal normal con TC de multicortes (MDCT), concluyendo que la TC de multicortes con medios de

contraste orales de baja intensidad distienden el estómago e intestino delgado al menos en la misma medida que los de alta intensidad.

Según Barber y Mahaffey (2001) bajo condiciones ideales, los exámenes radiográficos convencionales, de rutina del estómago deben hacerse con el paciente en ayuno de 12 a 24 horas. Para radiografías abdominales planificadas, el ayuno por 24 horas antes de la administración del medio de contraste oral y la administración de un enema de limpieza 2 a 4 horas antes del estudio contrastado, producen el vaciado de residuos de aire y fluido del tracto gastrointestinal (Mcneel y Riedesel 2001)

Es importante señalar que las evaluaciones rectales, palpaciones abdominales vigorosas, aerofagia por sujeción, forcejeo y enemas antes del procedimiento puede incrementar la cantidad de gas o fluido presentes dentro del colon y otras partes del tracto gastrointestinal (Darryl 2001).

6.1.2. Intestino delgado

El intestino delgado de ambos caninos se observó en la región abdominal craneal y la región abdominal media (figura 6 a la 13). En las imágenes transversales de tomografía computarizada el intestino delgado conformado por sus tres porciones: duodeno, yeyuno e íleon, se visualizó de craneal a caudal como tubos curvados o como círculos con márgenes serosos lisos, siendo más fácilmente visibles advacentes a la pared abdominal. Las asas intestinales fueron delimitadas con claridad dentro del tejido adiposo intraabdominal hipodenso presente en el mesenterio y omento mayor. El intestino delgado se observó con un lumen hiperdenso correspondiendo al medio de contraste presente y con paredes con densidad de tejido blando. Hacia caudal además de encontrar medio de contraste presente en el lumen intestinal se observó la presencia de burbujas de aire hipodensas con ausencia de contenido debido a que se considero un ayuno de 24 horas permitiendo el vaciado gastrointestinal. Según descripción realizada por Mcneel y Riedesel (2001) señalan que la densidad del lumen del intestino en ayuno puede tener densidad homogénea, de tejido blando, de fluido o tejido blando, o puede contener una pequeña cantidad de aire ingerido. Las densidades del intestino delgado y sus posiciones son similares a lo descrito por Texeira y col (2007) en las imágenes de tomografía computarizada helicoidal.

La porción craneal del duodeno en este estudio, ubicada a la derecha del plano medio, presentó un lumen hiperdenso, con paredes definidas e hipodensas con respecto al tejido hepático circundante. En el trabajo de Smallwood y George (1993) la porción craneal del duodeno, la cual no posee medio contraste, sólo se logra distinguir por la presencia de una burbuja de gas intraluminal, ya que sus paredes son isodensas con respecto al parénquima hepático.

El duodeno descendente mantuvo una forma ovoide en todo su trayecto, a la derecha del plano medio apegado a la pared abdominal. Su lumen se observó uniformemente hiperdenso

(figura 7 a la 9), cambiando caudalmente a un lumen hipodenso por la presencia de aire (figura 10 y 11). La relación que posee cranealmente con el tejido hepático contrastado, con el lóbulo derecho del páncreas dorsomedialmente en todo su trayecto, medialmente con el colon ascendente (figura 10) y asas veyunales ventralmente permiten una mejor diferenciación dentro de la cavidad abdominal. En el trabajo de Smallwood y George (1993), el duodeno descendente mantuvo la misma posición anatómica apegado a la pared abdominal derecha y con el lóbulo pancreático derecho adherido dorsalmente, debido a la ausencia de medio de contraste, solo se pudo diferenciar de los demás órganos con densidad similar de tejido blando por su ubicación anatómica y visualización en el corte anatómico. El duodeno ascendente a la izquierda del plano medio y apegado a la pared abdominal dorsal (figura 10 y 11), posee una forma ovoide con un lumen uniformemente hiperdenso y paredes con densidad de tejido blando, sus relaciones con los demás órganos son advacente al riñón izquierdo lateralmente, ventralmente con las asas yeyunales y colon descendente ventrolateralmente. En el estudio de Smallwood v George (1993), el duodeno ascendente se observó a la izquierda del plano medio, con una ubicación similar a la que se observó en este estudio, visualizándose claramente de las demás estructuras por su ubicación y por contener aire intraluminal. Es importante tener presente estas ubicaciones, ya que según indica Hofer (2005) en humanos el duodeno sólo puede diferenciarse de las otras asas intestinales por su posición.

El yeyuno e íleon ocupan una posición más o menos constante en la parte ventral de la cavidad abdominal (figura 9 a la 13). Las paredes de las asas yeyunales se observaron con densidad de tejido blando y con un lumen hiperdenso. Además, se visualizaron rodeadas de tejido hipodenso correspondiendo al tejido adiposo presente en el mesenterio yevunal y omento mayor, mejorando evidentemente la identificación anatómica. Las asas yeyunales en las imágenes de tomografía computarizada presentan una gran variación de formas, esto debido a que como indica Dyce y col (2003) en cualquier momento la mayoría de las partes del intestino están aplastadas y moldeadas por la presión de las vísceras adyacentes. En los cortes de tomografía computarizada más caudales el lumen hiperdenso de las asas veyunales favoreció considerablemente su identificación de la compresión ejercida por la vejiga urinaria repleta de orina, debido a que a los caninos tuvieron libre acceso al agua de bebida (figura 13 y 14). El íleon se observó con mayor cantidad de burbujas de aire que medio de contraste gastrointestinal, va que se encuentra adherido al ciego, el cual también posee una gran cantidad de aire (figura 11). En el estudio de Smallwood y George (1992) no fue identificado el íleon, probablemente debido a su pequeña extensión y diámetro luminal. Las paredes de las asas yeyunales se mostraron isodensas a los tejidos circundantes renal, hepático, esplénico y muscular. El tejido adiposo del mesenterio y las burbujas de gas presentes en las asas yeyunales ayudaron a mejorar su identificación.

Es por esto que la utilización de medio de contraste oral para resaltar el tracto gastrointestinal es muy necesario para su posterior identificación anatómica.

6.1.3. Intestino grueso

El intestino grueso dividido en ciego, colon, recto y canal anal, está ubicado en la región abdominal media y caudal (figura 9 a la 14). En el colon, dividido en colon ascendente, transverso y descendente, se observó un muy corto colon ascendente (figura 10) hacia la derecha del plano medio con un lumen hiperdenso, paredes con densidad de tejido blando con bordes bien definidos y relacionado ventralmente con las asas yeyunales, dorsalmente con el riñón derecho y lateralmente con el lóbulo derecho del páncreas. El colon ascendente en el estudio de Smallwood y George (1993) presenta un lumen hipodenso por la presencia de aire intraluminal, y una ubicación similar al presente estudio, a la derecha del plano medio, relacionado al duodeno descendente lateralmente. Si bien Dyce y col (2003) describen al colon transverso ubicado entre el estómago cranealmente y la mayor parte del intestino delgado caudalmente, es importante señalar que en este estudio, producto de la selección realizada de las imágenes tomográficas el colon transverso no se observa. Siendo identificado en el corte anatómico (figura 9) más caudalmente, en contacto con las asas yeyunales ventralmente y dorsalmente relacionado al riñón derecho y polo craneal del riñón izquierdo, debido al retroceso de las asas intestinales en los animales eutanasiados y congelados. En el trabajo de Texeira y col (2007) el colon transverso presente en la región abdominal craneal, se relacionó con el cuerpo del estómago hacia la izquierda del plano medio y ventralmente con la porción pilórica del estómago, pudiendo ser identificado por el contraste que generaron las heces presentes en su lumen, al igual que en las demás porciones del colon, mejorando su identificación. Darryl (2001) señala que una parte o todo el intestino grueso es identificable en el abdomen porque la materia fecal y el gas usualmente presentes en él actúan como medio de contraste.

Ambos animales fueron sometidos a un ayuno de 24 horas, lo que generó el vaciamiento del tracto gastrointestinal, y por ende, ausencia del contraste generado por la materia fecal. Además, Darryl (2001) indica que para que un estudio radiográfico convencional sea de alta calidad, el colon debe limpiarse cuidadosamente en forma previa. Esto se logra mejor con un ayuno de 24 a 36 horas y limpiándolo con un catártico oral y enemas de agua tibia.

En este estudio el colon descendente más largo y a la izquierda del plano medio, se observó ventral al riñón izquierdo con un lumen hiperdenso tomando contacto caudalmente con el techo de la cavidad abdominal, hasta llegar a la cavidad pélvica, para transformarse en recto (figura 10 a la 14). Además se pudo identificar una estructura aplanada y alargada con densidad de tejido blando que une el colon descendente con el duodeno ascendente correspondiendo al pliegue duodenocólico (figura 10). En el estudio de Smallwood y George (1992, 1993), describen el colon descendente a la izquierda de la cavidad abdominal, siendo desplazado caudalmente hacia la derecha del plano medio. Mientras que en este estudio se mantuvo en todo su trayecto a la izquierda del plano medio, concordando con lo descrito en la literatura. En las imágenes de la región abdominal media y caudal del trabajo de Smallwood y George (1992), el colon descendente se observó con un lumen hipodenso, con zonas hiperdensas y heterogéneas correspondiendo a materia fecal presentes en él. Como la vejiga

urinaria se encontraba sin orina el colon descendente se desplazo levemente hacia la derecha del plano medio para terminar en una posición central.

El ciego se observó situado a la derecha de la raíz del mesenterio (figura 11). Su estructura compartimentalizada se observó con algo de gas hipodenso intraluminal que normalmente contiene. Lo que concuerda con lo descrito por Texeira y col (2007) donde existió similitud tanto en la forma de los compartimentos como en el gas presenten en su lumen.

6.2. GLÁNDULAS ANEXAS

6.2.1. Hígado

El hígado ubicado en la región abdominal craneal (figura 5 a la 9), mostró un parénquima homogéneo y superficies bien definidas, sin poder diferenciar cada lóbulo en forma individual, ya que no se definieron las fisuras interlobulares (figura 5 a la 8). Por lo descrito en el estudio realizado por Texeira y col (2007), mejoraría considerablemente la visualización de los lóbulos hepáticos y fisuras interlobulares utilizando los parámetros de ventana de mediastino vascular.

Los vasos interlobulillares hiperdensos del parénquima hepático, se observaron claramente definidos y fácilmente delimitables (figura 6, 7 y 8). Similar a lo descrito por Hofer (2005) en tomografías computarizadas contrastadas en humanos donde el parénquima del hígado habitualmente es homogéneo, con la presencia de zonas hiperdensas correspondiendo a vasos interlobulillares. Smallwood y George (1993) muestran un parénquima homogéneo, sin poder distinguir lóbulos hepáticos, con una vesícula biliar hipodensa con bordes difusos posiblemente por efecto de volumen parcial, esto demuestra la importancia que tiene el uso de tomografía computarizada contrastada para diferenciar unos tejidos de otros.

La vesícula biliar se observó hipodensa con respecto al parénquima hepático circundante, pudiéndose delimitar claramente, además de relacionarse dorsolateralmente con la porción craneal del duodeno (figura 6). Los ductos biliares no pudieron visualizarse en las imágenes tomográficas, pero en el trabajo realizado por Texeira y col (2005) tanto la vesícula biliar como los ductos biliares se observaron mejor con la ventana de mediastino vascular debido a la hipodensidad. Hofer (2005) indica que se debe considerar que la forma y tamaño de la vesícula biliar varían según el momento en que el paciente comió por última. El valor de atenuación de la bilis es, en circunstancias normales, algo mayor que el agua (0 HU), pero puede aumentar a 25 HU (Hounsfield Units) si la bilis está muy concentrada. La vesícula biliar en humanos se aprecia ocasionalmente con defectos de volumen parcial del colon adyacente (Hofer 2005).

Las imágenes de los órganos abdominales incluyen los recesos costodiafragmáticos de los pulmones, que se extienden ampliamente en dirección caudal. Es por ello que en la figura 5, el hígado, situado en la porción intratorácica de la cavidad abdominal, se observa rodeado de

tejido pulmonar marcadamente hipodenso por la presencia de aire, con respecto al parénquima hiperdenso hepático, en que se aprecia la vena cava caudal en el borde dorsal derecho del hígado. Los pilares diafragmáticos, ubicados entre las cavidades torácica y abdominal, debido al realce por el medio de contraste endovenoso tienen un valor de atenuación similar al tejido muscular, pudiendo ser diferenciados del tejido hepático.

La disponibilidad de angiografía de tomografía computarizada helicoidal en ciertas entidades ha permitido la identificación de la vasculatura hepática y portal normal en perros (Frank y col 2003, Zwingerberger y Schwarz 2004). También Frank y col (2003) y Zwingenberger y col (2005) han utilizado la tomografía computarizada helicoidal de una fase y de dos fases para el diagnóstico de shunts-portosistémicos múltiples extrahepáticos y únicos intrahepáticos o extrahepáticos.

6.2.2. Páncreas

El páncreas se ubicó en la región abdominal craneal y media (figura 8 a la 11), muestra un parénquima heterogéneo con bordes poco definidos e hipodenso con respecto al parénquima hepático. En el estudio de Probst y Kneissl (2001) la apariencia del páncreas fue óptima sin artefactos y en perros con abundante tejido adiposo peripancreático se creó una zona lineal hipodensa entre el páncreas y los órganos vecinos, ausente en animales muy jóvenes o caquécticos. En este estudio no fue visualizada ninguna zona hipodensa que haya permitido diferenciarlo en una forma más clara de los demás órganos vecinos, probablemente debido a la utilización animales jóvenes. Además en el estudio de Probst y Kneissl (2001) se observó una variedad de intensidad de tejido blando después de la administración endovenosa de medio de contraste. Lo que también sucedió en este estudio, observándose zonas realzadas por presencia de medio de contraste endovenoso, generando la heterogenicidad del tejido pancreático. En humanos, Hofer (2005) describe que el páncreas posee un parénquima bien definido con un contorno irregular. En el estudio de Texeira y col (2007) el parénquima pancreático se observó homogéneo en la ventana de tejido blando y granular con bordes definidos en la ventana de mediastino vascular. En cambio Smallwood y George (1993) describen un parénquima pancreático isodenso al tejido blando que los rodea, no siendo diferenciado de los demás órganos, siendo el corte anatómico la base para su ubicación.

El cuerpo de ubicación media de densidad heterogénea, posee bordes poco definidos junto a la pared de la porción pilórica del estómago con la que toma contacto ventralmente, relacionándose dorsalmente con el proceso caudado, del lóbulo caudado del hígado, de densidad homogénea (figura 7 y 8). Probst y Kneissl (2001) describen al cuerpo pancreático como una estructura aplanada dorsoventralmente bordeando la superficie ventral de la vena porta. Hacia caudal (figura 9) se observan sólo los lóbulos pancreáticos. El lóbulo derecho del páncreas con un parénquima heterogéneo, es hipodenso con respecto al tejido hepático con el que se relaciona dorsalmente, y muy levemente hipodenso a las paredes del duodeno descendente con el que se relaciona ventralmente. En el trabajo de Probst y Kneissl (2001) se describe al lóbulo derecho del páncreas aplanado dorsoventralmente y adyacente al duodeno descendente en todos los perros. En el márgen caudal del páncreas, el lóbulo derecho tomo una forma triangular. El lóbulo izquierdo del páncreas se visualizó con un parénquima heterogéneo, pudiéndose definir mejor, del cuerpo del estómago y del extremo dorsal de bazo (figura 8), así como de las asas yeyunales ventralmente y polo craneal del riñón izquierdo lateralmente marcadamente hiperdenso (figura 9). Un hallazgo notable en el estudio de Probst y Kneissl (2001), fue la longitud variable del lóbulo izquierdo en comparación con el derecho En el trabajo de Hofer (2005), se describe que en el humano la cabeza y el proceso uncinado del páncreas poseen una considerable extensión caudal, lo que en el canino correspondería al lóbulo derecho del páncreas, ya que en este estudio mantuvo la mayor extensión hacia caudal junto al duodeno descendente. El páncreas permite una fácil identificación del cuerpo y lóbulos pancreáticos derecho e izquierdo en el corte anatómico correspondiente.

En el presente estudio, los ductos pancreáticos y el ducto biliar no fueron observados, lo que concuerda con lo descrito por Probst y Kneissl (2001), ya que tampoco fueron visibles en ninguno de los perros ocupados para su estudio. Estos autores además indican que el uso de la colangiopancreatografía retrógrada endoscópica en animales sería de utilidad para definir con claridad el páncreas.

El problema técnico principal en las imágenes de tomografía computarizada pancreáticas en este estudio, como señala Probst y Kniessl (2001) no fue el movimiento, sino la demarcación del páncreas de los órganos adyacentes, especialmente del hígado, bazo y estómago. Esta es la razón para que las imágenes de tomografía computarizada pancreáticas en humanos sólo se tomen en combinación con la administración de medio de contraste gastrointestinal. Esto concuerda con lo reportado por Hofer (2005) en humanos, quien señala que sin medio de contraste oral resulta difícil distinguir la cabeza del páncreas del duodeno. Para obtener imágenes de óptima calidad, el paciente debe estar en ayunas previamente a la ingesta del medio de contraste (Hofer 2005). El ayuno de 12-24 horas y agentes reductores de gas vía oral como la dimeticona, que ya se usan en sonografía veterinaria, podrían ser útiles (Probst y Kniessl 2001).

El estudio realizado por Jeager y col (2003), reportó la utilidad de la tomografía computarizada con contraste mejorado en dos perros, para el diagnostico y seguimiento de pancreatitis aguda necrotizante Los estudios realizados en páncreas con tomografía computarizada, permitirán la evaluación de anormalidades vasculares pancreáticas, inflamación, necrosis y neoplasias en el perro y en particular en el gato donde el diagnóstico de enfermedad pancreática es más difícil (Ohlerth y Scharf 2007). La tomografía computarizada se usa en páncreas cuando existe una sospecha de lesión, pero que es incapaz de visualizarse completamente con ultrasonido como en animales obesos, o de tórax profundo (Tidwell y Jones 1999).

6.3. VASCULARIZACIÓN DEL TRACTO GASTROINTESTINAL

Resulta evidente el efecto realzante del medio de contraste endovenoso en los vasos sanguíneos. Se pudo identificar claramente la opacificación de vasos relacionados con el tracto

gastrointestinal como la aorta abdominal, arteria hepática, vena porta y vena cava caudal. Esto concuerda con lo observado en caninos por Zwingerberger y Schwarz (2004) y Zwingenberger y col (2005). Dyce y col (2003) indican que la irrigación sanguínea del estómago es particularmente intensa a lo largo de las dos curvaturas. Esto se observó en la figura 8 con paredes gástricas hiperdensas a nivel de ambas curvaturas. En la imagen más caudal (figura 14) fueron vistos los vasos iliacos internos de forma ovoidea, ventral y lateralmente al cuerpo de la vértebra L7 y vasos iliacos externos de forma alargada, claramente hiperdensos con respecto al tejido muscular y de menor densidad si se comparan con la vejiga urinaria. Esto concuerda a lo descrito por Smallwood y George (1993) donde a nivel de la vértebra L7 y del sacro se identifican los vasos iliacos internos y externos. Sin embargo, Teixeira y col (2007) describen a los vasos hiperdensos de forma circular ubicados bajo el cuerpo de la vértebra L7 y sacro, como aorta y vena cava. No obstante, la mayoría de los textos de anatomía veterinaria indican que la vena cava y la aorta terminan o se dividen ya desde el cuerpo de la vértebra L6 (Evans 1993, Evans y deLahunta 2000, König y col 2005^a). Como indica Evans (1993), la aorta abdominal termina opuesta a la séptima vértebra lumbar por bifurcación en las arterias iliacas internas derecha e izquierda, y la arteria sacra mediana. La vena cava comienza en contacto con la superficie ventral de la séptima vértebra lumbar por la convergencia de las venas iliacas comunes.

6.4. ESTRUCTURAS ASOCIADAS

En las imágenes de tomografía computarizada (TC) el parénquima homogéneo del bazo mostró áreas pequeñas hiperdensas correspondientes a vasos sanguíneos (figura 8 a la 11). Una descripción similar fue observada en estudios de TC en humanos, descritas por Hofer (2005). El parénquima esplénico normal tiene una atenuación de aproximadamente 45 HU (Hounsfield Units) en las imágenes sin contraste (Hofer 2005). Dicha atenuación sólo será homogénea en una imagen sin contraste o en la fase venosa tardía de un estudio con contraste. Si bien en este estudio al usar un TC de cuarta generación no se puede determinar la fase venosa de la arterial, se puede deducir que las imágenes del bazo corresponden a la fase venosa debido al tiempo total transcurrido desde el inicio de examen.

De los centros linfáticos asociados con el drenaje de las vísceras abdominales, parte del linfocentro mesentérico craneal fue visto y rotulado en los cortes anatómicos como nódulos linfáticos mesentéricos craneales y nódulos linfáticos yeyunales (figura 10 y 11). En las imágenes de tomografía computarizada no lograron ser visualizados. En los exámenes radiográficos se observan los nódulos linfáticos sólo si están agrandados o mineralizados (Mahaffey y Barber 2001). En ciertos casos el tejido adiposo retroperitoneal presente provee contraste entre los nódulos linfáticos agrandados y las estructuras de tejidos blandos circundantes (Mahaffey y Barber 2001).

En este estudio el mesenterio mostró un tejido heterogéneo con líneas hiperdensas difusas probablemente correspondiendo a vasos sanguíneos presentes en él. El omento mayor ventralmente y marcadamente hipodenso ayudó a contrastar las estructuras ventrales del tracto intestinal.

De los órganos reproductores femeninos se lograron ver los cuernos uterinos, presentando una forma irregular ovalada y un parénquima homogéneo. En la imagen de tomografía computarizada sin medio de contraste (figura 12) los cuernos uterinos se observaron con densidad de tejido blando ubicados dorsal y lateralmente a la masa yeyunal. En la imagen tomográfica con medio de contraste (figura 13) más caudal, los cuernos uterinos se observaron hiperdensos con respecto al tejido muscular e isodenso a la pared intestinal de las asas yeyunales, desplazados hacia la derecha del plano medio, dorsolateral a la vejiga urinaria repleta de orina. También es importante señalar que los ovarios no fueron identificados en la imágen tomográfica, pero si se pudo visualizar el ovario derecho en el corte anatómico (figura 12).

Tanto los riñones como la vejiga urinaria se observaron homogéneamente hiperdensos por la excreción simétrica del medio de contraste (figura 8 a la 14). En las imágenes de tomografía computarizada la luz de ambos uréteres se observó hiperdensa porque el medio de contraste es excretado en la orina (imagen 10, 11 y 13). Los uréteres ubicados en el borde medial renal pasan caudalmente a una posición dorsal a la vejiga urinaria (figura 13). En humanos, Hofer (2005) señala que en el interior de la vejiga, pueden reconocerse las diferencias en la concentración del medio de contraste excretado en la orina como niveles líquido-líquido con distintas densidades. En lo observado en Texeira y col (2007), la vejiga urinaria también se observó con distintas densidades siendo esto más marcado hacia caudal. En medicina humana, Novelline y col (1999) señalan que cuando la tomografía computarizada abdominal es realizado sin un máximo llene vesical, tanto la ruptura intraperitoneal como la extraperitoneal pueden no ser diagnosticadas. Si la vejiga no está distendida en el escaneo tomográfico inicial, especialmente en pacientes con una alta probabilidad de lesión vesical debido a fractura pélvica o hematuria, se realiza una repetición de la tomografía computarizada de la pelvis luego de la administración retrógrada de medio de contraste vesical (TC histograma) (Novelline y col 1999).

Los músculos que conforman la pared abdominal son dos músculos oblicuos, transverso y recto del abdomen. Hofer (2005) indica que en humanos la presencia de tejido adiposo facilita la identificación del músculo recto abdominal, así como de los músculos oblicuos de la pared abdominal. En esta investigación la presencia de tejido adiposo en los caninos también generó mejor visualización de estos músculos, pero en las imágenes de tomografía computarizada no se pudo diferenciar separadamente los músculos abdominales, siendo claramente distinguibles en el corte anatómico (figura 11). En la imagen de tomografía computarizada del abdomen caudal lateral a las alas del íleon se observa tejido homogéneo correspondiendo a la masa glútea (figura 14).

6.5. CONCLUSIONES

Es posible correlacionar imágenes transversales de tomografía computarizada con cortes anatómicos transversales, provenientes de los mismos caninos con los que se realizó el estudio imagenológico.

Es posible elaborar un atlas anatómico de imágenes transversales contrastadas del tracto gastrointestinal y glándulas anexas y establecer las características tomográficas que permitan su identificación anatómica normal.

Se concluye que la tomografía computarizada contrastada utilizando los parámetros técnicos descritos en el estudio, permite un adecuado detalle de las porciones del tracto gastrointestinal en caninos adultos. Sin embargo, la tomografía computarizada, utilizando los parámetros propuestos, no fue apropiada para la descripción en detalle del páncreas. Adicionalmente, si bien se observo un tejido hepático homogéneo realzado con el medio de contraste endovenoso, no fueron definidas las fisuras interlobulares.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Báez JS, E Soto. 2005. Aporte de las principales técnicas de imagenología, y de los equipos usados en las etapas del proceso de radioterapia, y como su uso ha contribuido a mejorar el tratamiento de los pacientes oncológicos. Memoria de Titulación. Escuela de Tecnología Médica, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Barber DL, MB Mahaffey. 2001. El estómago. En: Thrall D. Tratado de Diagnóstico Radiológico Veterinario. 3ª ed. Inter-médica. Buenos Aires, Argentina. Pp. 564-580.
- Berry CR. 2001. Imágenes Anatómicas y Fisiológicas del Cerebro Canino y Felino. En: Thrall D. Tratado de Diagnóstico Radiológico Veterinario. 3ª ed. Inter-Médica. Buenos Aires. Argentina. Pp. 73-87.
- Bosch EO. 2004. Sir Godfrey Newbold Hounsfield y la Tomografía Computada, su contribución a la medicina moderna. *Rev Chil Radiol* 10, 183-185.
- Darryl NB. 2001. Intestino grueso. En: Thrall D. Tratado de Diagnóstico Radiológico Veterinario. 3ª ed. Inter-médica. Buenos Aires, Argentina. Pp. 607-617.
- Done SH, PC Godoy, SA Evans, NC Stickland. 1997. Atlas en color Anatomía Veterinaria El perro y el gato. Harcourt Brace. Madrid, España. Pp. 6.2-6.62
- Dyce KM, WO Sack, CJG Wensing. 2003. Anatomía Veterinaria. 2^a ed. McGraw-Hill Interamericana. México. Pp 107-162, 451-469.
- Ellenport CR. 1995. Sistema digestivo de los carnívoros. En: Sisson S, R Getty, JD Grossman. Sisson y Grossman anatomía de los animales domésticos. 5ª ed. Salvat. México. Pp. 1689-1709.
- Erturk SM, KJ Mortelé, MR Oliva, T Ichikawa, SG Silverman, V Cantisani, E Pagliara, PR Ros. 2008. Description of normal gastrointestinal anatomy with MDCT: Comparison of low-and high-attenuation oral contrast media. *Eur J Radiol* 66, 84-87.
- Evans HE. 1993. Miller's Anatomy of the Dog. 3th Ed. W.B. Saunders Company. Philadelphia, USA. Pp. 425-460, 650, 697.
- Evans HE, A deLahunta. 2000. Guide to the Dissection of the Dog. 5th Ed. W.B. Saunders Company. Philadelphia, USA. Pp. 207, 237, 239.

- Flohr TG, S Schaller, K Stierstorfer, H Bruder, BM Ohnesorge, UJ Schoepf. 2005. Multidetector row CT system and image-reconstruction techniques. *Radiol* 235, 756-773.
- Frank P, M Mahaffey, C Egger, K Cornell. 2003. Helical computed tomographic portography in ten normal dogs and ten dogs with a portosystemic shunt. *Vet Radiol Ultrasoud* 44, 392-400.
- Fritsch R, M Gerwing. 1996. Ecografías de perros y gatos. Acribia. Zaragoza, España. Pp. 3-21.
- Han CM, CD Hurd, LK Kurklis. 1997. Diagnóstico por imagen: Guía práctica de radiología y ecografía. Harcout Brace. Madrid, España. Pp. 157-177, 231.
- Hermanson JW, HE Evans. 1993. The muscular system. In: Evans, HE Miller's Anatomy of the Dog. 3th Ed. W.B. Saunders Company. Philadelphia, USA. Pp. 308, 309.
- Hofer M. 2005. Manual práctico de TC. Médica Panamericana. Madrid, España. Pp. 6-25, 103-144.
- Internacional Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclatura (I.C.V.G.A.N.). 2005. Nomina Anatomica Veterinaria. 5th Ed. Hannover, Germany. Pp. 9, 43-46, 54-67, 89-108, 109-111.
- Jeager JQ, JS Mattoon, SW Bateman, F Morandi. 2003. Combined use of ultrasonography and contrast enhanced computed tomography to evaluate acute necrotizing pancreatitis in two dogs. *Vet Radiol Ultrasoud* 44, 72-79.
- Kenneth WS. 1993. Gastrointestinal endoscopy in the dog. J Small Anim Pract 43, 180-188.
- König EH, HG Liebich, 2005. Anatomía de los Animales Domésticos. 2ª ed. Médica Panamericana. Buenos Aires, Argentina. Pp. 1-14, 189-202.
- König HE, J Rubert, HG Liebich. 2005^a. Órganos del sistema cardiovascular. En: König HE, HG Liebich, Anatomía de los Animales Domésticos. 2^a ed. Médica Panamericana, Buenos Aires, Argentina. Pp. 176-188.
- König HE, J Sautet, HG Liebich. 2005^b. Aparato digestivo. En: König HE, HG Liebich, Anatomía de los Animales Domésticos. 2^a ed. Médica Panamericana, Buenos Aires, Argentina. Pp. 15, 40-50, 57-80.
- Llerena LR, LD Llerena. 2002. Sustancias de contraste para estudios radiográficos en cardiología intervencionista. *Rev Cubana Med* 41, 167-73.

- Loriot N, S Martinot, M Franck. 1997. Ecografía abdominal del perro y el gato. Masson, Barcelona, España. Pp. 12-19, 43, 44, 56, 110, 116.
- Mahaffey MB, DL Barber. El espacio peritoneal. 2001. En: Thrall D. Tratado de Diagnóstico Radiológico Veterinario. 3ª ed. Inter-médica. Buenos Aires, Argentina. Pp. 486-490.

Mallinckrodt Inc. 2000. Optiray. Mallincrodt Inc., St. Louis, MO. USA. Pp 1-10.

- Mcneel SV, EA Riedesel. 2001. Intestino delgado. En: Thrall D. Tratado de Diagnóstico Radiológico Veterinario. 3ª ed. Inter-Médica. Buenos Aires, Argentina. Pp. 586-603.
- Nickel R, A Schummer, E Seiferle. 1967. Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Paul Parey, Berlin und Hambrug, Deutschland. Pp. 106.
- Novelline RA, JT Rhea, PM Rao, JL Stuk. 1999. Helical CT in emergency radiology. *Radiol* 213, 321-339.
- Ohlerth S, G Scharf. 2007. Computed tomography in small animals- Basic principles and state of the art applications. *Vet J* 173, 254-271.
- Park RD. 2001. El diafragma. En: Thrall D. Tratado de Diagnóstico Radiológico Veterinario. 3ª ed. Inter-Médica. Buenos Aires, Argentina. Pp. 320-333.
- Pechman RD. 2001. El hígado y el bazo. En: Thrall D. Tratado de Diagnóstico Radiológico Veterinario. 3ª ed. Inter-Médica. Buenos Aires, Argentina. Pp. 496-500.
- Probst A, S Kneissl. 2001. Computed tomographic anatomy of the canine pancreas. *Vet Radiol Ultrasound* 42, 226-230.
- Ramsay DW, DH Markham, B Morgan, PM Rodgers, AJ Liddicoat. 2001. The use of dilute Calogen® as a fat density oral contrast medium in upper abdominal computed tomography, compared with the use of water and positive oral contrast media. *Clin Radiol* 56, 670-673.
- Ruberte J, J Sautet. 1995. Atlas de Anatomía del perro y del gato. Multimédica. Barcelona. Pp. 19-21, 24-28, 32-37, 40-43, 46, 47, 51, 52, 62, 73-75.
- Sisson S, R Getty, JD Grossman. 1995. Sisson y Grossman anatomía de los animales domésticos. 5ª ed. Salvat. México. Pp. 111-127.
- Smallwood JE, TF George. 1992. Anatomic atlas for computed tomography in the mesaticephalic dog: caudal abdomen and pelvis. *Vet Radiol Ultrasound* 33, 143-167.
- Smallwood JE, TF George. 1993. Anatomic atlas for computed tomography in the mesaticephalic dog: thorax and cranial abdomen. *Vet Radiol Ultrasound* 34, 65-84.

Tams TR. 1999. Small animal endoscopy. 2^a ed. Mosby. Missouri, USA. Pp. 1, 25.

- Tapia MA. 2007. Determinación del tamaño hepático en perros sanos a través de ecografía y su correlación con la condición corporal, perímetro y profundidad torácica. Memoria de Titulación. Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Teixeira M, F Gil, JM Vazquez, L Cardoso, A Arancibia, G Ramirez-Zarzosa, A Agut. 2007. Helical computed tomographic anatomy of the canine abdomen. *Vet J* 174, 133-138.
- Tidwell AS, JC Jones. 1999. Advanced Imaging Concepts: A Pictorial Glossary of CT and MRI Technology. Clin Tech Small Anim Pract 14, 65-111.
- Trujillo BM. 1990. Atlas Básico de Tomografía Axial Computarizada. Química Schering Colombiana. Bogotá. Pp. 15-19, 31-33, 37-39.
- Zwingenberger AL, T Schwarz. 2004. Dual-phase CT angiography of the normal canine portal and hepatic vasculature. *Vet Radiol Ultrasound* 45, 117-124.
- Zwingenberger AL, T Schwarz, HM Saunders. 2005. Helical computed tomographic angiography of canine portosystemic shunts. *Vet Radiol Ultrasoud* 46, 27-32.

8. ANEXOS



Fig. 15 (a y b). Obtención de secciones anatómicas en un abdomen canino mediante una sierra circular.



Fig. 16 (a y b). Sección anatómica del abdomen canino envuelta en papel aluminio e introducida en un envase sellado y enumerado.



Fig. 17. Muestras ordenadas en el interior del congelador.



Fig. 18 (a y b). Sección anatómica retirada del congelador, limpiada con pincel y agua. Para ser posteriormente fotografiada.

9. AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer todas las personas que ayudaron a la realización de mi trabajo de Memoria de Titulación, ya que cada una fue un apoyo importantísimo, en cada paso que he dado.

A mi profesor patrocinante Dr. Marcelo Gómez J. por la paciencia, amistad y confianza.

A mi profesor copatrocinante Dr. Marcelo Mieres L. por su amistad y apoyo.

A Pedro Aburto ya que su participación en este trabajo fue fundamental. Quiero agradecer la confianza, y gran amistad que deposita en mi persona.

A mi familia, Papás y hermanos, Andrea y mi sobrinita Ailin, por su preocupación y constante apoyo.

A la familia de Mauricio, por su constante preocupación y ayuda. Y en especial a Carolina Reyes Horn.

A Mauricio C.H. quien sabe lo importante que es para mi, sobre todo en lo que significó este trabajo y la finalización de una etapa.

A mis amigas Carolina, Alejandra y Bárbara, las que han sido y serán mis mejores amigas que afortunadamente conocí durante el periodo universitario

A los chicos de Instituto de Anatomía Veterinaria entre ellos a Kathia, Negro, Felipe, Jose. Por su amistad y buenos momentos compartidos.