



**CAPÍTULO VIII**  
**DIAGNÓSTICO POR IMAGEN DE LAS ENFERMEDADES**  
**DEL APARATO URINARIO: RADIOLOGÍA**

**Joaquín Jiménez Fragoso**



### VIII.1. Introducción

El diagnóstico por imagen constituye una parte esencial e integral del proceso diagnóstico de las enfermedades del tracto urinario de los pequeños animales.

Los diferentes sistemas de diagnóstico por imagen pueden proporcionar abundante información acerca de las enfermedades del tracto urinario superior (riñones y uréteres) y del tracto urinario inferior (vejiga urinaria y uretra). El tipo de información obtenida puede ayudarnos a valorar cambios en el número, tamaño, forma y contorno, localización, densidad, integridad estructural, así como de la función cualitativa y cuantitativa de los órganos citados. En la actualidad, si se dispone todos los sistemas de diagnóstico por imagen, es frecuente proporcionar un diagnóstico específico, pero en algunos casos, o cuando no disponemos de todos estos sistemas, sólo se puede proporcionar una lista de diagnósticos diferenciales.

En primer lugar se procederá a exponer unas consideraciones generales para, seguidamente, describir los diferentes procedimientos y métodos utilizados, con sus correspondientes indicaciones, limitaciones, contraindicaciones y dificultades, para pasar a exponer la anatomía radiográfica normal y patológica de cada uno de los órganos, relacionando esta última con algunas de las enfermedades que puedan corresponderse con los signos de las imágenes obtenidas.

### VIII.2. Consideraciones generales

- ❖ Aunque pueda parecer obvio, cuando hablamos de medios de contraste radiográfico en el aparato urinario, queremos recalcar que está absolutamente prohibido la utilización de las sales de metales pesados, es decir, del sulfato de bario (Bariodif®), que son blancos y opacos a la luz visible. Los medios de contraste utilizados en el aparato urinario, ya sea de forma intravenosa o vía urinaria, son los medios de contraste yodados, que son hidrosolubles y transparentes a la luz visible.
- ❖ Indicaciones clínicas para el examen radiológico del tracto urinario:
  - Análisis de orina o bioquímica sanguínea indicativos de enfermedad renal o del tracto urinario inferior.
  - Signos recurrentes o no resueltos de enfermedad del tracto urinario inferior.
  - Signos del tracto urinario inferior sin evidencia de infección en el análisis de orina.
  - Masas abdominales caudales (vejiga y próstata).
  - Masas abdominales medias (riñones).
  - Hematuria
    - Postraumática.
    - Asociada a signos de enfermedad inflamatoria o infecciosa.
  - Estranguria.
  - Incontinencia urinaria.
  - Obstrucción urinaria.
  - Traumatismo:
    - Abdominal.
    - Pélvico.
    - De cuerpo completo.
  - Shunts portosistémicos, al producir cálculos de urato.
  - Chequeo de enfermedades hereditarias, como los riñones poliquísticos en gatos Persas (1–4).

### ❖ Preparación del paciente (radiografías simples y de contraste)

- Se debe evitar la presencia de comida y de heces en el aparato gastrointestinal, para lo cual es recomendable un ayuno de alimento sólido de 12 a 24 horas, y la administración de algún laxante o catártico. También es conveniente la administración de enemas, 12 horas y, al menos, 2 horas antes del estudio radiológico. Así se eliminan las heces del colon descendente y se evita la presencia de gas abundante en el colon que podría provocar la administración del enema justo antes de la exploración radiográfica.
- Si se va a realizar una urografía intravenosa se debe colocar previamente un catéter intravenoso de grueso calibre (p. ej. de 18G) y, si el perro supera los 30 Kg, se deben colocar dos. También se debe sedar o anestesiarse al paciente para evitar movimientos y facilitar la colocación del mismo.
- Cuando se realizan técnicas de contraste, ya sean anterógradas o retrógradas (p. ej. urografía intravenosa o cistografías), es recomendable cateterizar y vaciar la vejiga de la orina, para después distenderla con gas cuando se hace una urografía intravenosa o una neumocistografía, o bien con medio de contraste positivo en casos de las cistografías de contraste positivo (1,4).

### VIII.3. Técnicas

#### ➤ Radiografías simples abdominales

- Ventajas: económicas, rápidas, ampliamente disponibles, generalmente sin sedación, mínima preparación (conveniente ayuno y enemas), proporcionan una visión global que sirve de base para radiografías de contraste, orienta hacia otros tipos de estudios y permite la valoración de otros sistemas. Además, permiten ver “a través” de gases y minerales, y es una técnica no operador dependiente.
- Inconvenientes: técnica poco sensible e incluso insensible para algunas enfermedades de este sistema. Además, es muy inespecífica, utiliza radiaciones ionizantes, la superposición de estructuras puede ser un problema, puede no identificar determinadas estructuras incluso siendo anormales (p. ej. uréteres), errores de interpretación y dan la visión del instante en el que se toma la imagen.
- Las radiografías simples informan sobre la anatomía externa de los riñones, vejiga de la orina (Figura 1), próstata (Figura 2) e incluso uréteres. Esto ocurre siempre que haya suficiente grasa peritoneal y retroperitoneal para producir el contraste necesario, lo cual es más habitual en los gatos que en los perros, y siempre que no haya ascitis o líquido retroperitoneal. También permiten valorar las opacidades anormales, sean aumentadas o disminuidas, es decir, minerales o por gases.
- Las proyecciones más habituales son la latero-lateral derecha (LLD) y la ventro-dorsal (VD) (Figura 3), la cual, salvo para los riñones, suele aportar menor información de los órganos urinarios, al existir mayor superposición con la columna, heces del colon, vértebras coccígeas, etc. La proyección LLD es preferible a la latero-lateral izquierda (LLI) porque provoca una mayor separación longitudinal de las imágenes de los riñones, disminuyendo su superposición (Figura 1).
- También se emplean proyecciones suplementarias como son las proyecciones VD oblicuas (VDO), ya sean derechas o izquierdas, que facilitan el estudio del borde medial o hilio renal, y evitan la superposición de los uréteres con la columna vertebral. Otra proyección suplementaria es la LL en flexión lumbosacra, centrando en la parte caudal del abdomen y el área isquiática, para facilitar la visualización de la uretra del macho.

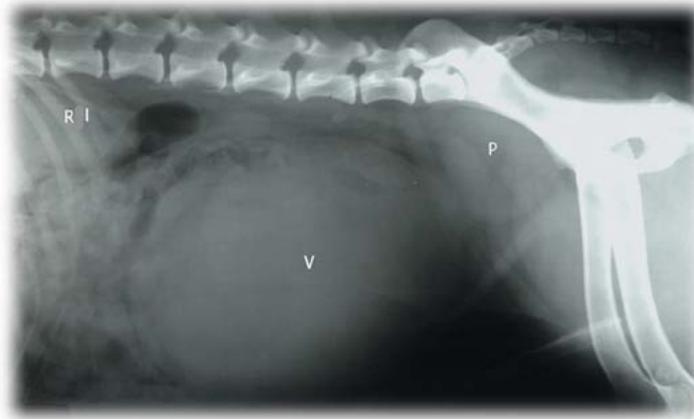
- En los gatos con sospecha de enfermedad del tracto urinario inferior, se puede realizar una proyección LL en la estación para evidenciar mejor el sedimento cristalino que puedan presentar (1,2,4,5).



**Figura 1.** Radiografía LLD, abdomen normal, bien contrastado. Se aprecian ambos riñones situados desde T13 a L4, con la característica superposición en forma de óvalo vertical entre el polo caudal del riñón derecho y el craneal del riñón izquierdo, el cual presenta superpuesto al borde ventral la característica silueta en forma de "grano de café" del ciego con densidad aire.



**Figura 2.** Radiografía LLD de abdomen donde se aprecia el riñón izquierdo y la vejiga y próstata de gran tamaño provocando efecto masa que desplaza cranealmente las asas intestinales.



**Figura 3.** Vista LL de un perro de 4 meses con nefromegalia y nefrocalcinosis. Presentaba fallo renal. Vista VD en la que se muestra en detalle el tamaño renal, que llega a ser próximo a cuatro veces la longitud de la L2.

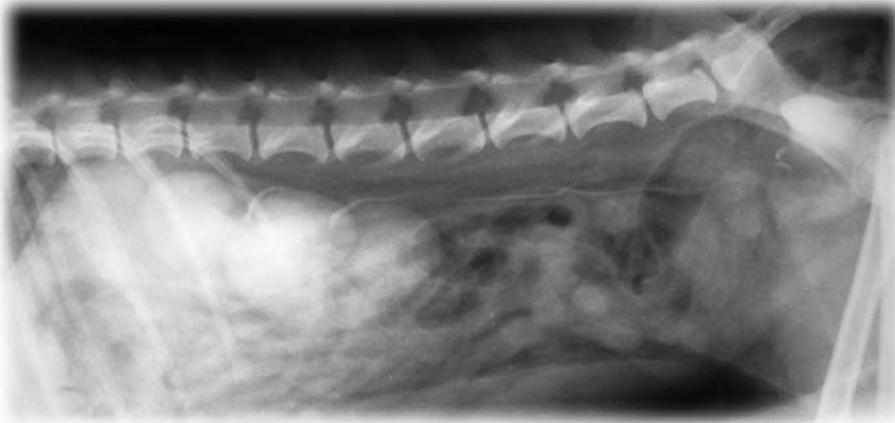
### ➤ Radiografías de contraste

- Ventajas: proporcionan información anatómica más detallada, más sensible y específica que las radiografías simples. Permiten visualizar uréteres y uretra y superan ciertos inconvenientes (fluido libre).
- Desventajas: requieren medios de contraste que pueden tener efectos adversos y es una técnica invasiva, es más cara y requiere más tiempo, necesitando mayor preparación del paciente, incluso sedación profunda o anestesia.
- Independientemente del tipo de técnica de inyección del medio de contraste utilizado, es recomendable vaciar la vejiga de la orina y distenderla con gas, como cuando se hace una neumocistografía, ya que se mejora la visualización de la entrada de los uréteres en la misma (1,2,4,5).
- **Urografía intravenosa o de excreción (UI), (UIV) ó (UE)**
  - También conocido como urograma intravenoso o de excreción. Consigue la opacificación secuencial de riñones, parénquima (nefrograma) (Figuras 4, 5 y 7), pelvis (pielograma) (Figuras 27, 30 y 38), uréteres (ureterograma) (Figuras 4, 5 y 6) y vejiga urinaria (cistograma) (Figura 6).
  - Indicaciones:
    - Evaluación del tamaño, forma, situación e integridad de los riñones, uréteres y vejiga.
    - Información cualitativa de la función renal y evidenciación del tracto urinario.
    - Evaluación del resultado de traumatismos en el tracto urinario.
    - Evaluación de los efectos de masas abdominales próximas al tracto urinario en la estructura, posición y función del mismo.
    - Valoración postquirúrgica del tracto urinario.
  - Contraindicaciones:
    - En animales deshidratados no debe realizarse la UI; primero hidratar.
    - Hipersensibilidad conocida a los agentes de contraste yodados (muy raro).
    - Fallo cardíaco.
    - Fallo renal anúrico, conviene doblar la dosis de agente yodado.
  - Complicaciones o efectos secundarios:
    - Inducción de la deshidratación.
    - Daño renal agudo, por inducción de la precipitación de proteínas en los túbulos renales (más probable si las proteínas están elevadas).
    - Choque anafiláctico
  - Técnicas de UI
    - En bolo, bajo volumen y alta concentración, es la que se utiliza más frecuentemente entre las técnicas intravenosas descritas; se introduce el medio de contraste por un catéter periférico lo más rápido posible, a dosis de 600-800 mgI/Kg de peso vivo, de un medio de contraste de 300-400 mgI/ml, con el animal en decúbito dorsal. Esta dosis se duplica si el BUN > 50 mg/dl o si la creatinina

plasmática es superior a 3 mg/dl. Normalmente se pueden emplear medios de contraste iónicos, ya que son más baratos, como el iotalamato o diatrizoato de sodio y meglumina (Urografin® 76%), pero en pacientes de alto riesgo o en gatos se deben usar medios de contraste no iónicos, como el iopamidol, el iohexol (Omnitrac®350) o iodixanol (Vispaque®320). Por otra parte, es conveniente calentar a temperatura corporal los medios de contraste, ya que se hacen menos viscosos, facilitando su inyección y disminuyendo también la probabilidad de efectos colaterales indeseables.

- Radiografías: existe cierta variación en la bibliografía sobre el número, momento y tipo de proyección a realizar. Además, las circunstancias pueden requerir pequeñas modificaciones de la pauta escogida. No obstante, se expone una pauta que cubre todas las necesidades de una UI:
  - Inmediatamente tras la inyección completa del contraste se toman una o mejor dos proyecciones VD, aumentando así la probabilidad de obtener un buen nefrograma, desde los 10 segundos de la inyección con un máximo de opacificación a los 30 segundos. Se deben opacificar ambos riñones, y raramente se puede observar la fase vascular y evidenciar la unión corticomedular, que ocurre entre los 3 y los 5 segundos de la inyección.
  - A los 5 minutos, radiografía VD y VDO derecha e izquierda (aunque éstas se pueden hacer entre los 3 y los 5 minutos) para obtener la fase de pielograma, pudiendo valorar la pelvis renal y sus divertículos y los uréteres, desde su origen hasta su entrada a la vejiga urinaria pero normalmente entrecortados si no se utiliza compresión abdominal craneal al pubis para facilitar su distensión. Se empezará a ver contraste en la vejiga.
  - A los 10 minutos, radiografía LLD. Se obtiene una imagen muy similar a la obtenida a los 5 minutos, salvo por la mayor superposición de los riñones (de 1/3 a la mitad). Podrían verse los uréteres entrando en la vejiga.
  - A los 15- 20 minutos, radiografía LLD, centrando en borde anterior del pubis y aumentando la exposición (mAs). Se ve una imagen similar a la anterior, pero aumentamos la probabilidad de ver mejor la entrada de los uréteres en la vejiga.
  - Algunos autores también hacen proyecciones VD a los 10 y a los 20 minutos y, finalmente, a los 30-40 minutos se vuelven a hacer proyecciones LLD y VD para valorar la vejiga, sobre todo si la cistografía retrógrada está contraindicada o no es posible.
  - A la 1,5 – 2 horas, para comprobar la pérdida de opacificación renal.
- En infusión IV (gran volumen y baja concentración): es una técnica alternativa para mejorar la visualización de los uréteres. Se inyectan aproximadamente 1.200 mg I/Kg de peso vivo, de una solución de medio de contraste de 150 mg I/ml, en infusión gota a gota (durante unos 10-15 minutos), creando así una mayor diuresis osmótica. Se realizan radiografías VD y LLD al final de la infusión y se consigue una mejor visualización de los uréteres.
- Angiografía renal selectiva: se realiza con mayor facilidad si se dispone de fluoroscopia. Se cateteriza la arteria femoral y se lleva la punta del catéter hasta las proximidades de las arterias renales, inyectándose unos pocos mililitros de medio de contraste de alta concentración en embolada, realizándose inmediatamente

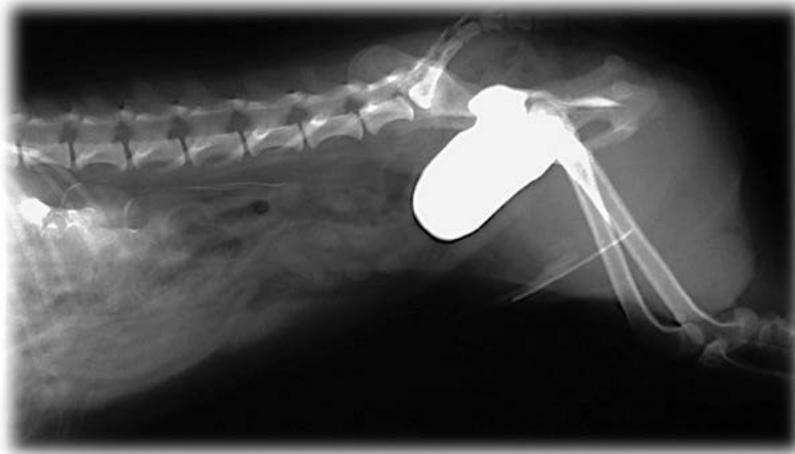
una proyección VD. Permite visualizar mejor la fase vascular o angiograma renal, y posteriormente el subsiguiente nefrograma y pielograma (1,2,4,5).



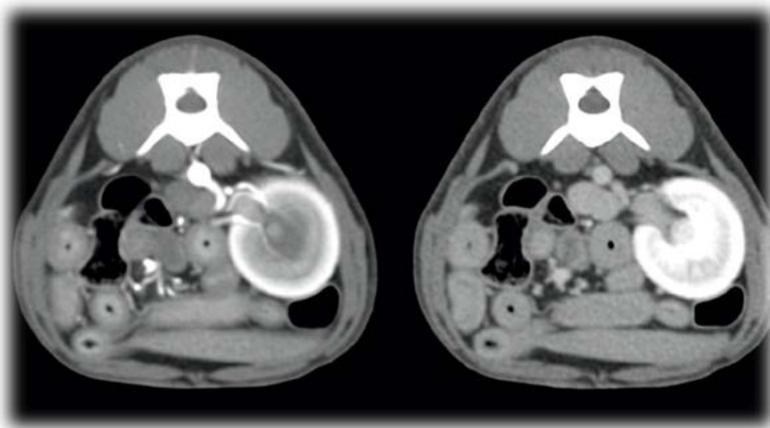
**Figura 4.** Urografía intravenosa. Se puede apreciar la opacificación renal (nefrograma) y de los uréteres (ureterograma), por lo que al menos deben haber pasado 2 o 3 minutos.



**Figura 5.** Como en Figura 10, se aprecian uréteres parcialmente y, en este caso, dos opacidades redondeadas sobre la vejiga, que se corresponden con los deferentes dilatados concomitante con una agenesia o hipoplasia de próstata. Los uréteres en esta proyección se superponen frecuentemente con la columna dificultándose su visualización.



**Figura 6.** Cistograma LL (20' UIV) anormal, con contorno irregular sobre trígono vesical, correspondiente a conductos deferentes dilatados. Uréteres normales. Este Yorkshire tenía agenesia o hipoplasia de próstata. Asimismo, se está iniciando sondaje uretral.

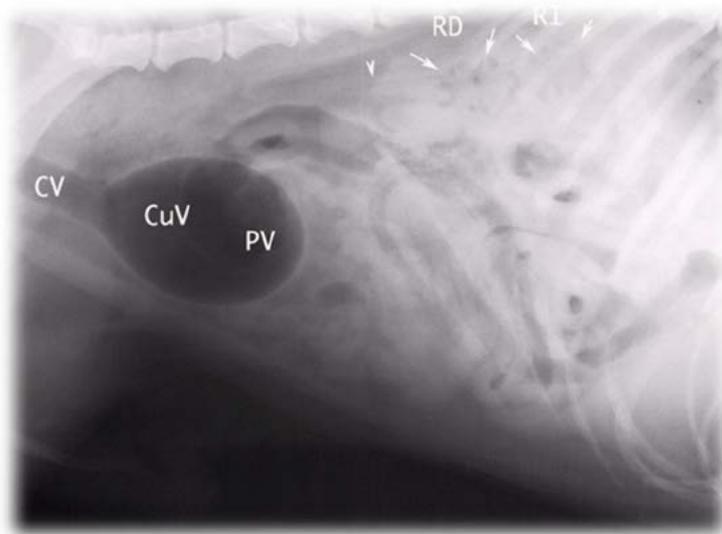


**Figura 7.** TC nefrograma. A la izquierda nefrograma cortical con las arterias aferentes a los pocos segundos de la inyección del contraste. A la derecha se aprecia también la opacificación medular normal, aproximadamente al minuto y medio de la inyección del contraste. La UIV mediante TC permite diferenciar con mayor detalle las fases del nefrograma.

#### ▪ **Pielografía percutánea anterógrada**

- Consiste en la inyección directa de contraste radiográfico en el uréter afectado, insertando un catéter percutáneamente, bajo guía ecográfica o fluoroscópica, en la pelvis renal. Permite obtener muestra de la orina para cultivo y posteriormente se inyecta el contraste radiográfico, tomando radiografías VD y LLD, mejorando la UI en muchos animales con obstrucción ureteral:
- Permite una opacificación del uréter ideal.
- Evita la falta de opacificación de los uréteres en animales con pobre función renal y en animales en los que el contraste se diluye al estar dilatado el uréter.
- Consigue un cultivo de la orina más específico que el obtenido por cistocentesis.
- Permite eliminar la obstrucción, aliviando el daño renal.

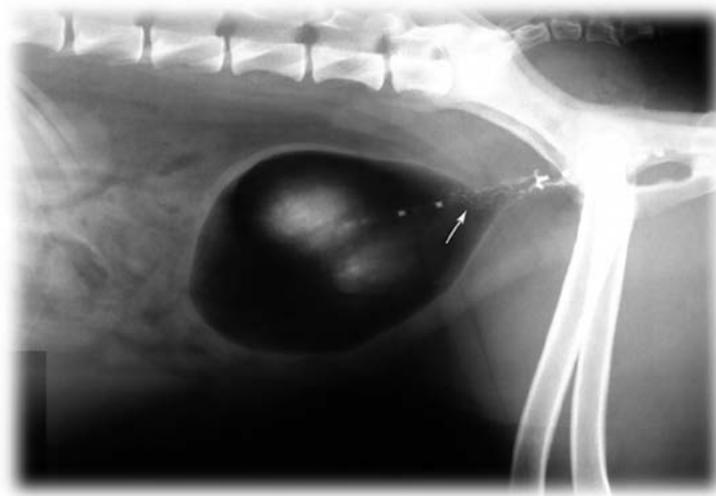
- Como complicaciones puede producir hemorragias e infecciones por la salida de la orina al espacio retroperitoneal o peritoneal, pero si la técnica se realiza bien y empleando un catéter de pequeño diámetro el daño causado es escaso (1,2,4,5).
- **Cistografía o cistograma**
  - Consiste en un estudio radiográfico de la vejiga urinaria tras la administración intraluminal (vía retrógrada) de un medio de contraste; éste puede ser negativo (normalmente aire o CO<sub>2</sub>) y se denomina neumocistografía (Figura 8), o bien positivo (compuestos yodados, iónicos o no), en cuyo caso se denomina cistografía, sin más, o cistografía de contraste positivo (Figura 9). Se utiliza una u otra, o incluso la combinación de ambas, conocida como cistografía de doble contraste (Figura 10), según las necesidades del examen, como se comenta más adelante. Puede ser útil la instilación previa de unos 3 ml de lidocaína para evitar el posible espasmo vesical.



**Figura 8.** Neumocistografía LL, que provoca neumoureteropelvigrafía, como consecuencia de una vejiga poco distensible, presentando una pared vesical engrosada a causa de una cistitis crónica. RD y RI con flechas indican la pelvis radiolúcida por gas. Cabeza de flecha indica línea radiolúcida que corresponde al neumouréter. PV= Polo vesical, CuV= Cuerpo vesical, CV= Cuello vesical.



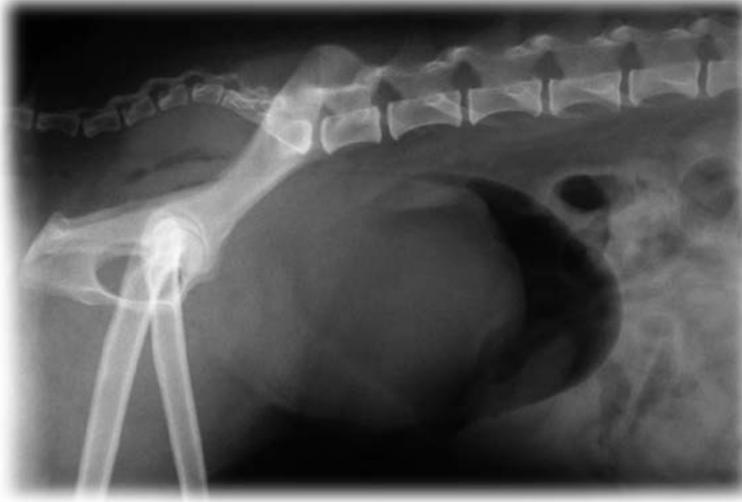
**Figura 9.** Cistografía retrógrada. Perro con hernia abdominal traumática. Permite confirmar integridad y localización de la vejiga de la orina.



**Figura 10.** Cistografía de doble contraste. Perra con pared engrosada y mucosa irregular en la zona dorsal del trigono vesical. La flecha indica una zona en la que el medio de contraste queda adherido a la mucosa. Por la localización es más habitual que se deba a un tumor y, menos probablemente, a una cistitis crónica, que suelen localizarse más próxima al polo vesical. Obsérvese que la sonda queda situada justo a la entrada de la vejiga.

- De forma general se realizan proyecciones LL y VDO para evitar la superposición de la columna vertebral.
- Indicaciones:
  - Evidencia clínica de enfermedad vesical.
  - Evidencia de enfermedad adyacente a la vejiga.
  - Estudio de la forma, tamaño, situación de la vejiga y de la integridad y estado de la pared de la misma.
  - Mejora la visualización de defectos de llenado intraluminales, intramurales y extraluminales de la vejiga.
- Complicaciones:
  - Ruptura de la vejiga.
  - Fuga subserosa de contraste.
  - Embolismo gaseoso.
  - Neumoureterograma y/o neumopelvigrama retrógrado (Figura 8).
- Técnica de neumocistografía.
  - Se debe colocar al animal en decúbito lateral izquierdo para disminuir el riesgo de embolia pulmonar fatal, sobre todo en gatos. Se cateteriza la vejiga y, una vez vaciada y anotada la cantidad de orina extraída, lo cual ayuda a estimar la cantidad de contraste necesario, se introduce el aire o el CO<sub>2</sub> lentamente hasta que se nota, por palpación, una vejiga turgente (entre 10 y 40 ml en gatos y de 50 a 300 ml en perros, según su tamaño y la orina extraída) o bien calcular 10 ml/Kg de peso vivo. Para evitar la sobreexposición se deben reducir un 30% los mAs.
  - La neumocistografía tiene una utilidad limitada si se utiliza como único medio de diagnóstico. Sirve para valorar la localización y forma de la vejiga y puede mostrar

grandes defectos de llenado intraluminal (Figura 11), masas murales y engrosamientos importantes de la pared vesical. Proporciona poco detalle de la mucosa y de los pequeños defectos de llenado, y no ayuda mucho en las pequeñas roturas de la pared vesical, al asemejar el contraste el gas presente en las asas intestinales.



**Figura 11.** Neumocistografía LL de una perra con un tumor masivo que sólo deja libre el polo craneal de la vejiga.

- Técnica de cistografía.
  - Una vez vaciada la vejiga, se introduce el contraste yodado diluido hasta una concentración de 100-150 mgI/ml, lo que supone diluir de 5 a 7 veces el Urografin® 76% para evitar la irritación de la mucosa vesical debido a su alta osmolaridad. Se controla la turgencia de la vejiga y, para evitar la subexposición, se aumenta un 30% los mAs.
  - La cistografía es útil para valorar la localización y forma de la vejiga (Figuras 8, 9 y 12) y, sobre todo, para detectar pequeñas roturas de la vejiga o de la uretra proximal. También permite valorar adecuadamente el grosor de la pared y grandes defectos de llenado. Su utilidad es cuestionable para pequeños defectos de llenado, que pueden verse enmascarados por el propio contraste, y tampoco proporciona un buen detalle mucoso.



**Figura 12.** Cistografía retrógrada LL que muestra una hernia perineal que contiene vejiga y próstata.

- En nuestro caso particular esta es la técnica que menos empleamos, aplicándola sólo como primera opción cuando se tiene una gran sospecha de rotura vesical.
- Técnica de cistografía de doble contraste.
  - Una vez vaciada la vejiga se introduce una pequeña cantidad de contraste sin diluir, de 0,5-1 ml en los gatos, de 1-3 ml en perros menores de 11 Kg y de 3-6 ml en los de más de 11 Kg. Seguidamente se introduce gas hasta distender adecuadamente la vejiga. El autor introduce primero el gas y posteriormente el contraste positivo, ya que así se disminuye la formación de burbujas al mezclarse con el medio de contraste, procurando dejar la punta del catéter a la entrada de la vejiga (Figura 10 y 13).



**Figura 13.** Cistografía de doble contraste, de la misma perra que en la Figura 11. El contraste positivo delimita la masa intraluminal, dejando una gran burbuja de gas en la zona más craneal de la vejiga.

- Esta técnica es la más útil y empleada en casi todos los problemas vesicales. Proporciona un detalle excelente de la superficie mucosa vesical y de los pequeños defectos de llenado, así como del grosor de la pared. Los cuerpos libres móviles (cálculos radiotransparentes, coágulos, etc.) pueden verse en el centro del lago que formará el medio de contraste de forma dependiente, esto es, siempre sobre la misma pared vesical sobre la que se tiene tumbado al animal.
- Por esto último es recomendable hacer proyecciones LL en ambos decúbitos y VDO derecha e izquierda, para poder valorar toda la superficie mucosa vesical y evitar la superposición de las vértebras (1,2,4,5).
- **Uretrografía o uretrograma**
  - Exploración radiográfica realizada tras la introducción de un medio de contraste positivo yodado en la uretra. En el macho se realiza una uretrografía retrógrada y en la hembra se realiza una vaginouretrografía retrógrada.
  - Indicaciones:
    - Sospecha de obstrucción uretral
      - Estranguria
      - Disuria

- Hematuria.
- Mejorar la visualización, localización, contorno e integridad de la uretra y del cuello de la vejiga.
- Localización de uréteres ectópicos (incontinencia).
- Evaluación de la enfermedad prostática.
- Fractura de la pelvis y/o del hueso peneano.
- Complicaciones:
  - Trauma uretral por cateterización.
  - Ruptura uretral yatrogénica.
  - Reflujo uretrocavernoso.
    - El contraste pasa al cuerpo cavernoso y de ahí a la circulación sanguínea.
    - A través de una rotura de la mucosa uretral preexistente.
- Técnica de la uretrografía retrógrada (macho)
  - Las radiografías para visualizar la uretra deben incluir el abdomen caudal hasta por detrás de la pelvis para asegurar la inclusión de toda la uretra en el campo radiografiado. Asimismo es conveniente realizar dos proyecciones, una con los miembros pelvianos totalmente extendidos y otra con los miembros desplazados cranealmente, para evitar obviar lesiones en la uretra peneana o justo caudal a ella por superposición de los miembros pelvianos (5).
  - Hay que tener en cuenta que para poder realizar esta técnica adecuadamente, conviene que la vejiga tenga cierto grado de distensión, ya sea por orina, o por suero fisiológico que hayamos introducido previamente, o incluso medio de contraste utilizado en una cistografía previa, ya que esto facilitará la distensión de la uretra. Por otra parte, hay que tener la precaución de tener lleno el catéter que vamos a utilizar con medio de contraste, para evitar la presencia de gas, que posteriormente podría producir artefactos en el examen.
  - Se debe utilizar medio de contraste a una concentración aproximada de 150 mgI/ml y a una dosis de 1-2 ml/Kg de peso vivo, sólo o diluido con suero fisiológico para producir menos irritación, lidocaína al 0,25% para mejorar el confort del animal y evitar espasmos o bien con K-Y Jelly en proporción 1:1, de modo que se consigue una distensión más permanente y estable (Figura 14). Se deben tomar proyecciones LL inmediatamente tras la inyección, o incluso antes de finalizarla completamente. En los perros machos se deben hacer dos proyecciones LL, una con los miembros pelvianos estirados caudalmente y otra con los miembros estirados cranealmente para visualizar mejor la uretra membranosa y peneana. También se pueden usar proyecciones VDO para evitar la superposición de la uretra prostática y peneana.
  - La técnica en sí consiste en introducir un catéter balonado o sonda Foley distal a la zona de interés, o bien introducirlo en la uretra peneana distal y comprimir ésta con un clamp acolchado durante la inyección del medio de contraste.
  - En opinión del autor la forma más cómoda de realizar la uretrografía retrógrada es utilizando el medio de contraste con K-Y Jelly, ya que se consigue una dilatación más estable de la uretra, proporcionándonos más tiempo para realizar la radiografía, y reduciendo la posibilidad de fugas, al ser menos acuoso.



### ➤ Tomografía computadorizada del sistema urinario

- Ventajas: excelente resolución espacial y contraste, lo que permite examinar pequeñas estructuras, tales como uréteres y pequeños cálculos. Permite reducir la dosis de contraste respecto a las urografías intravenosas. Evita los efectos indeseables de la superposición de estructuras. Permite una visualización integral de todo el sistema urinario mediante herramientas de reconstrucción volumétrica tridimensional. Así mismo, se pueden hacer pruebas de función cualitativa y cuantitativa.
- Desventajas: empleo de radiaciones ionizantes. Necesidad de sedación profunda o anestesia del paciente. Menor disponibilidad que radiología y ecografía. Mayor costo que otros sistemas.
- Indicaciones: básicamente las mismas que para la urografía intravenosa.
- Técnica:
  - Los protocolos requieren una serie de imágenes sin contraste para valorar la presencia de mineralizaciones renales o del sistema colector, que se verían ocultas por los medios de contraste.
  - Seguidamente se haría una serie de imágenes postcontraste, similarmente a una urografía intravenosa, pero en la que se puede reducir la concentración del I, hasta los 400 mg I/Kg de peso para delinear las lesiones del parénquima renal y los defectos de llenado del sistema colector (6).
  - Se pueden requerir series de imágenes adicionales para valorar completamente ambos uréteres y la desembocadura de ambos, lo cual se puede hacer a partir de los 3 minutos de la inyección.
  - El llenado de la vejiga por gas puede facilitar el contraste de la entrada de los uréteres en la vejiga, pero otros autores lo consideran innecesario.
  - El paciente se debe colocar en decúbito esternal con la pelvis ligeramente elevada, lo cual permite una mejor valoración de la unión ureterovesical, al acumularse el medio de contraste en el ápex vesical, alejado del cuello, facilitando la diferenciación entre los uréteres llenos de contraste y el cuello vesical.
  - Por otra parte se puede hacer angiografía renal de doble fase, es decir, realizar dos secuencias de imágenes, una cuando el contraste entra por las arterias y otra en fase venosa, lo cual permite valorar las variaciones vasculares posibles, útiles en las cirugías de trasplante renal en gatos (1,2,5,7,8).

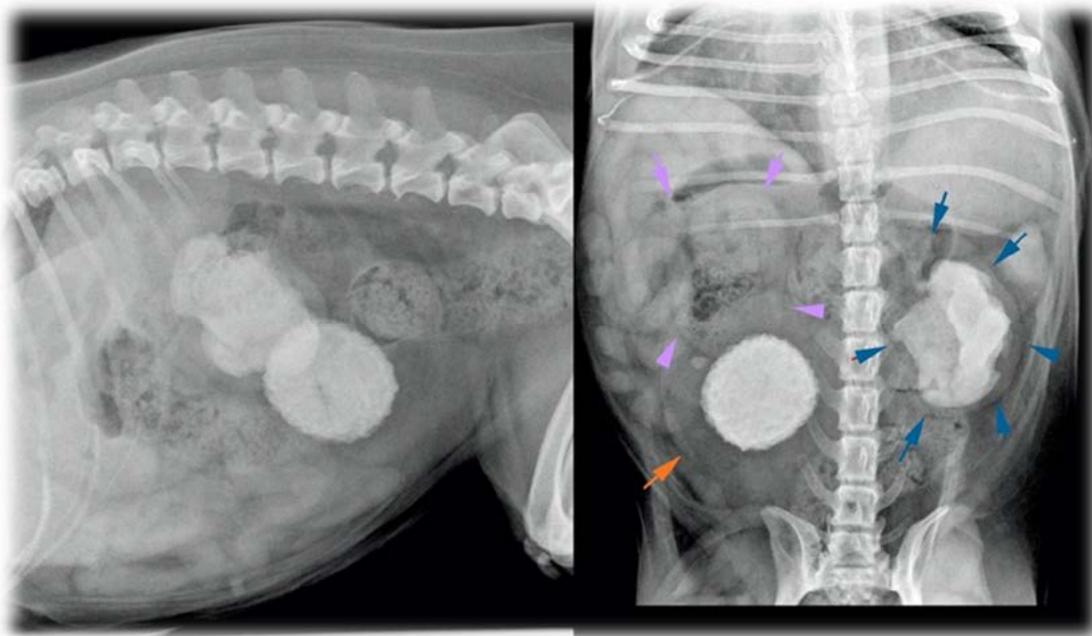
### ➤ Imagen por resonancia magnética del sistema urinario

- Puede tener las mismas indicaciones que el TC, proporcionando imágenes de lesiones y de función del sistema urinario cuando no esté indicada la utilización de medios de contraste o estén contraindicadas las radiaciones ionizantes.
- No obstante es el sistema de diagnóstico por imagen menos utilizado, por el mayor costo intrínseco y por mayor tiempo requerido para la obtención de imágenes (1,7).

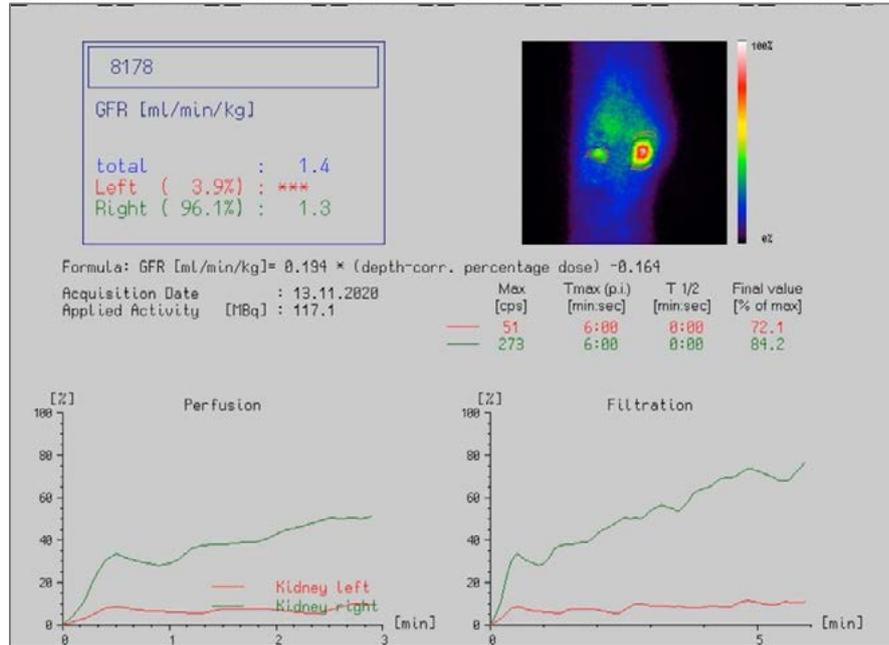
### ➤ Imágenes por gammagrafía renal

- Ventajas: permite la valoración de la función renal de forma cuantitativa y no invasiva de manera más exacta que los biomarcadores de enfermedad renal. Así mismo, permite la valoración de la función renal individualizada de cada riñón.

- Desventajas: disponibilidad escasa de este tipo de equipamientos por su costo, necesidad de licencias de instalaciones y material radioactivo, así como de personal autorizado y preparado para su uso.
- Indicaciones: valoración de la función renal ante todas las causas que requieran nefrotomía o nefrectomía, así como la valoración de la enfermedad renal subclínica (1,9,10).
- Técnica:
  - En un paciente con un estado de hidratación normal se realiza la medida de la tasa de filtración glomerular (GFR), lo cual se hace mediante la inyección de una actividad de 1 a 4 mCi en el perro y de 1 a 3 mCi de  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA, es decir del ácido dietileno triamino pentaacético marcado con tecnecio 99 metaestable (Figura 17).
  - Para ello se coloca al animal en decúbito lateral, pudiéndose sedar si no lo tolera con acepromacina butorfanol, colocando la gammacámara verticalmente a lo largo del dorso del animal, y se hace una adquisición dinámica de 6 minutos, a razón de una imagen cada segundo, iniciando el proceso en el momento de la inyección del radiofármaco.
  - Seguidamente, y sin mover al paciente, se rota la gammacámara para realizar una adquisición estática LL para medir la profundidad de cada riñón y corregir la atenuación.
- Principios de interpretación:
  - Los valores normales de TFG son 3 ml/kg/min en perros y 2,5 ml/kg/min en gatos.
  - Los pacientes con enfermedad renal subclínica presentarán valores globales entre 1,2 y 2,5 ml/kg/min.
  - Los valores de TFG menores de 0,25 ml/kg/min hacen casi imposible su valoración por medio de imágenes gammagráficas (9).



**Figura 16.** Vista LL de una perra de 10 años, con cálculo renal izquierdo y otro de forma redondeada en vejiga urinaria. Vista VD en la que se aprecia nefromegalia (con ambos riñones con longitudes alrededor de 4,5 veces la longitud de la L2). Asimismo, se aprecian los límites del riñón izquierdo (flechas azules) con el cálculo que ocupa toda la pelvis renal, el riñón derecho (flechas lilas) y la vejiga urinaria (flecha naranja) con cálculo vesical redondeado.



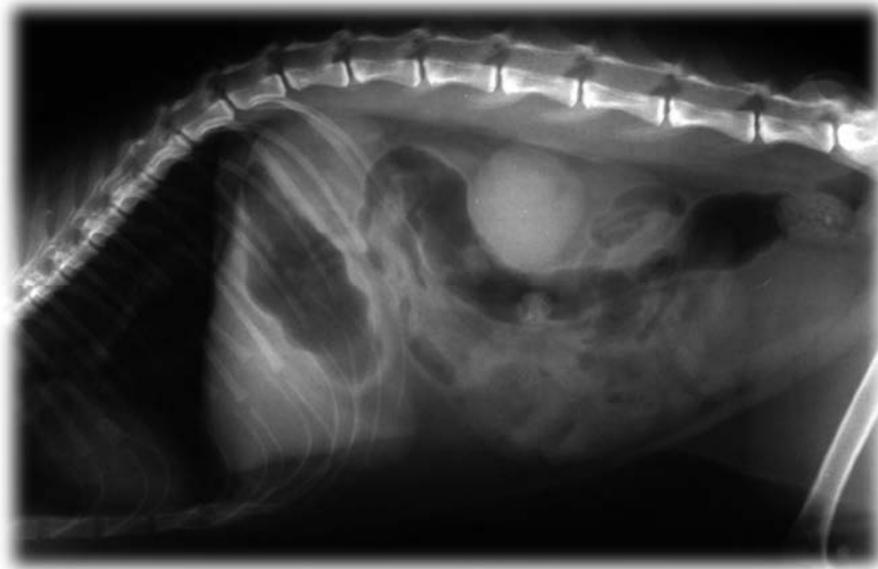
**Figura 17.** Informe de la gammagrafía realizada a la perra de la Figura 16, en la que se aprecia una imagen DV que es el sumatorio de las obtenidas durante los minutos 2 y 3 desde la inyección del radiofármaco. Se aprecia levemente la morfología renal, así como la casi nula filtración del riñón izquierdo. En este caso, la medida de la TFG mediante gammagrafía sirvió para orientar la cirugía, realizándose nefrectomía del riñón izquierdo y extracción del cálculo vesical, evitándose así la técnica más complicada de extirpación del cálculo del riñón izquierdo mediante nefrotomía.

## VIII.4. Anatomía radiológica normal

### VIII.4.1. Riñones

#### ➤ Situación:

- Los riñones se sitúan en el espacio retroperitoneal dorsal. En los perros, el riñón derecho se puede situar desde T12 hasta L2, con su polo craneal dentro de la fosa renal del lóbulo caudado hepático, mientras que el riñón izquierdo lo puede hacer desde L1 hasta L4, de manera que, en las radiografías LL, existe cierto grado de superposición, mayor cuando hacemos las radiografías en decúbito lateral izquierdo y menor en el decúbito contrario (Figura 1). De forma habitual, en una radiografía simple, se puede diferenciar el riñón izquierdo, mientras que el derecho resulta más difícil, sobre todo en su polo más craneal. Sin embargo, una variante normal (sobre todo con el riñón derecho) puede ser la no visualización renal, lo que puede ocurrir por las siguientes circunstancias:
  - Por factores de exposición inadecuados, normalmente bajos.
  - Por falta de grasa abdominal, p. ej. en animales jóvenes o en los emaciados.
  - Perros de tórax profundo, ya que los riñones se desplazan más cranealmente.
  - Ante la presencia de comida, gas o heces en el aparato digestivo.
- En los gatos, los riñones se sitúan más caudalmente. El riñón derecho lo hace entre L1-L4 y el izquierdo entre L2-L5, de lo que se deduce que presentan un mayor grado de superposición en las proyecciones LL. Además, presentan una mayor movilidad que los del perro, pudiendo situarse más ventralmente. En los gatos, al tener habitualmente más grasa retroperitoneal que los perros, es infrecuente no poder identificar ambos riñones (Figura 18) (1,4).



**Figura 18.** Gato con nefromegalia. Se evidencia superposición del polo caudal del riñón derecho con el craneal del izquierdo. Se aprecia la posición más caudal de los riñones respecto a la especie canina, en este caso desde la mitad de L2 hasta L5.

➤ Forma y tamaño:

- La forma de los riñones caninos es de habichuela o judía, mientras que en los gatos son más globosos. Esta forma es más reconocible en la proyección VD, mientras que en las proyecciones LL sólo aparece con esta forma el riñón contrario al del lado dependiente, es decir, en decúbito lateral derecho tendrá más forma de habichuela el riñón izquierdo. En un animal concreto ambos riñones deben tener la misma forma y el contorno renal normal debe ser liso.
- En cuanto al tamaño, la forma estándar de valorarlo es con relación a la longitud de la vértebra L2 en una proyección VD (Figura 3); aunque en la práctica también se realiza en proyecciones LL. Así en los perros, el tamaño normal renal se encuentra en el rango de 2,5 a 3,5 veces la longitud de L2, mientras que en los gatos es aproximadamente de 2 a 3 veces la longitud de L2, aunque varía entre castrados y enteros, pues estos últimos varían de 2,1 a 3,2 la longitud de L2 y los castrados entre 1,9 y 2,6 (1).
- Este mismo ratio medido mediante tomografía computadorizada se ha determinado entre 2,5 y 2,9 veces la longitud de L2 y entre 7,07 y 7,74 el ratio entre la longitud renal y el diámetro aórtico (5).
- No obstante, se debe tener en cuenta que riñones con valores dentro de estos rangos pueden ser patológicos y otros fuera de rango pueden ser completamente normales. De ahí la precaución que se debe tener cuando valoremos el tamaño renal por sí sólo si las variaciones son mínimas (1,4).

➤ Opacidad:

- La opacidad normal renal en las radiografías simples es la de tejido blando o densidad agua homogénea, aunque en las radiografías VD puede verse, en el borde medial y centralmente, una densidad menor, debida a la grasa perirrenal presente en el hilio (Figura 19).



**Figura 19.** Cistografía de contraste positivo de un gato en el que se aprecia un contorno de la mucosa irregular que puede corresponderse a una cistitis crónica. Se aprecia el característico cuello alargado de la vejiga felina. Asimismo, se parecía la radiolucencia grasa en ambos bordes mediales renales.

- Durante la urografía excretora el nefrograma normal es de opacidad homogénea, salvo en la fase vascular (a 2<sup>o</sup>- 3<sup>o</sup> de la inyección) en que la corteza se verá más radioopaca que la médula (Figura 7). El pielograma normal es más radioopaco que el nefrograma. La opacidad del nefrograma debe ser máxima a los 20<sup>o</sup>-30<sup>o</sup> de la inyección y a partir de ahí debe ir disminuyendo de forma gradual. Así menos del 25% de los perros normales presentan opacidad nefrográfica 2 horas después de la inyección del contraste.
- El pielograma debe ser homogéneamente opaco y no debe tener más de 2 milímetros de anchura, formando un área curvilínea de contraste (Figuras 27 y 28).
- Los divertículos o recesos pélvicos renales se deben ver como finas líneas paralelas radiantes desde la pelvis. (Figuras 6, 27 y 28) (1,4).
- 

#### VIII.4.2. Uréteres

##### ➤ Situación:

- Los uréteres se sitúan en el espacio retroperitoneal dorsal en casi todo su recorrido, salvo en su parte más distal, cuando entran al triángulo vesical (Figuras 4-6).

##### ➤ Forma y tamaño:

- Tras una UI, los uréteres tienen forma tubular, con un diámetro inferior a 2-3 mm, y normalmente no se observan en toda su longitud, escasamente rectilínea, debido a las segmentaciones peristálticas. La terminación normal del uréter en la pared vesical tiene forma típica de gancho, terminando el uréter derecho ligeramente más craneal que el izquierdo (Figuras 4-6) (1,4).

➤ Densidad:

- En las radiografías simples, debido a su densidad similar al resto de tejidos y órganos retroperitoneales, y por su reducido diámetro, no son visibles. Aunque ocasionalmente, en animales muy obesos, pueden verse como finas líneas más radioopacas (Figuras 4-6) (1,4).
- Tras la UI los uréteres empiezan a ser visibles a los 2-3 minutos de la inyección, si bien no en toda su longitud, pudiendo necesitar varias radiografías o secuencias de TC para valorarlos en toda su longitud (6).

### VIII.4.3. Vejiga urinaria

➤ Situación:

- Se sitúa en el abdomen caudoventral, craneal al pubis o parcialmente dentro del canal pélvico, y ventral al recto y colon descendente, aunque en la hembra el útero se interpone entre vejiga y recto. Cuando se distiende el colon descendente normalmente se desplaza al lado izquierdo.
- El trigono o cuello vesical se sitúa cerca o en la entrada de la pelvis en las perras pero, en los machos, se sitúa más cranealmente dependiendo del tamaño de la próstata. En los gatos, debido a su característico cuello vesical, más alargado, la vejiga se sitúa más alejada de la entrada pélvica, intraabdominal (Figura 19).

➤ Forma y tamaño:

- En el perro puede ser oval a elipsoide, según su menor a mayor grado de repleción (Figuras 8-10 y 14).
- En el gato es siempre elipsoide, con el cuello fino y alargado (Figura 19).
- El tamaño es muy variable.

➤ Densidad:

- Tejido blando, no diferenciándose contenido de continente (2,4).

### VIII.4.4. Uretra

➤ Situación, tamaño, forma y densidad:

- La uretra no es visible en las radiografías, siendo necesaria la utilización de medios de contraste (Figura 14).
- La uretra contrastada presenta una fina imagen tubular, de diámetro uniforme y de bordes lisos, aunque puede ser ligeramente irregular en la próstata, presentando diferencias según especie y sexo:
  - En el perro, presenta ligeras variaciones en su diámetro, siendo más ancha a nivel prostático, y proximal y caudal a la arcada isquiática; y más estrecha distal a la próstata, en arcada isquiática y en el hueso peneano.
  - En el gato, presenta menos variaciones en el diámetro, aunque es ligeramente más ancha proximal a la arcada isquiática.
  - En la perra, se aprecia una uretra corta y relativamente ancha con pocas variaciones.
  - En la gata, varía de 0,5 a 3 mm desde el trigono vesical hasta la papila uretral (4,5).

#### VIII.4.5. Próstata

➤ Situación, tamaño, forma y densidad:

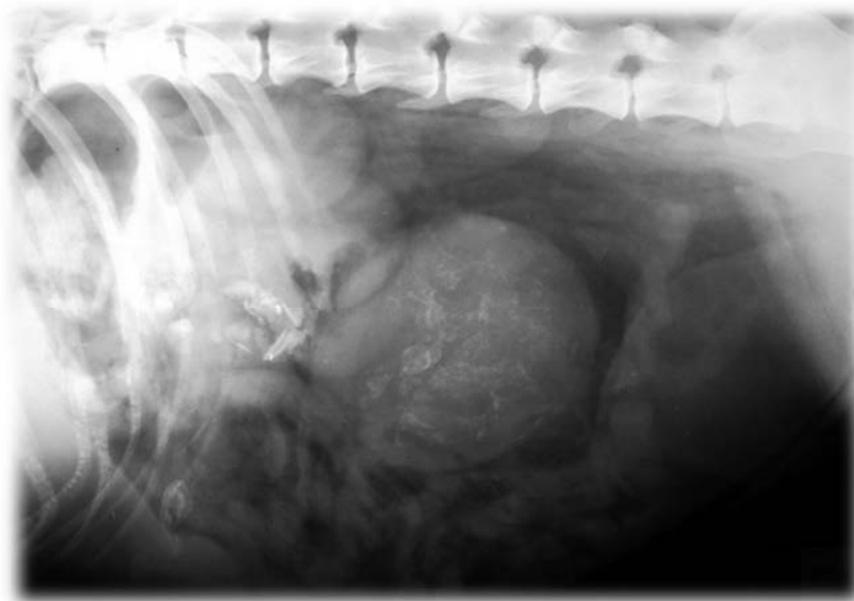
- Se presenta como un área de densidad agua, poco definida, situada entre la vejiga, el recto y la pelvis. Se observa, en todo caso, su borde más craneoventral, ya que su borde dorsal se enmascara por su contacto directo con el recto o por las heces que éste pueda contener. En los perros castrados o tratados con estrógenos su tamaño normal es muy reducido, resultando muy difícil su identificación (Figura 8, estructura redondeada que rodea al cuello vesical).
- Su contorno normal es liso, redondeado, bilobulado y simétrico alrededor de la uretra.
- La próstata se valora mejor en radiografías LL, ya que evitan la superposición con la pelvis, vértebras coccígeas y colon descendente. En esta proyección se debe valorar el tamaño, comparando su diámetro craneocaudal con el de la entrada de la pelvis (distancia entre promontorio del pubis y el borde ventral del sacro), de modo que el diámetro craneocaudal no debe superar el 70% de la entrada pélvica (11).

### VIII.5. Anatomía radiológica anormal

#### VIII.5.1. Riñones

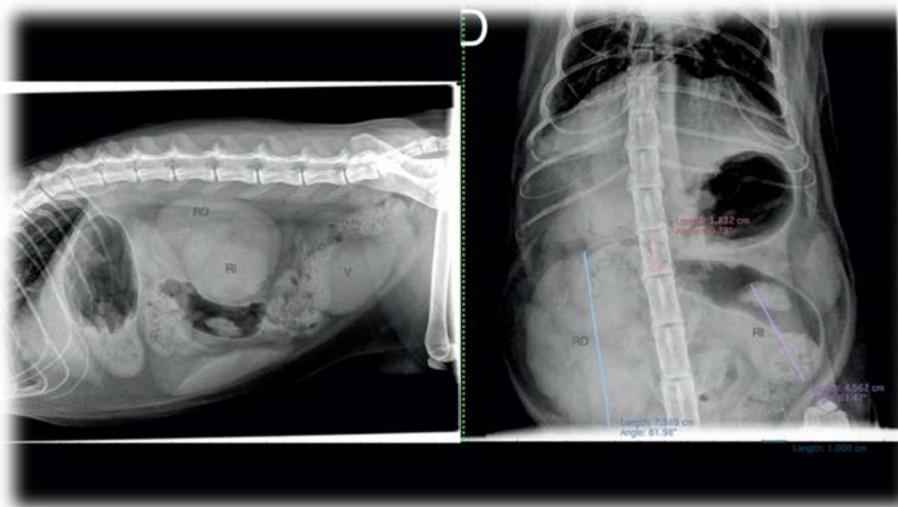
➤ Situación:

- Se han descrito localizaciones ectópicas de riñones en tórax, pelvis y abdomen peritoneal, pero de forma extraordinaria. Es más habitual encontrar desplazamientos moderados, por el efecto masa o de tracción, producido por órganos próximos:
  - Las masas adrenales producen desplazamientos caudales.
  - Los tumores ováricos pueden desplazarlos ventrocaudalmente. Sobre todo el riñón izquierdo, que tiene una fijación más laxa (Figura 20).



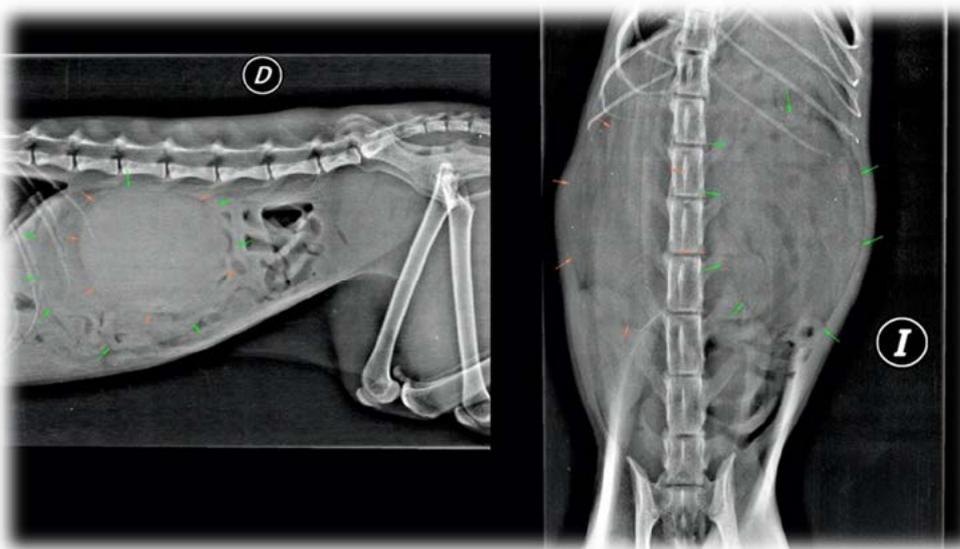
**Figura 20.** Radiografía simple LL del abdomen de una perra. Tumor ovárico con zonas de densidad ósea, que desplaza ventral y cranealmente al riñón izquierdo.

- Las masas hepáticas pueden desplazar caudalmente el riñón derecho.
- Las masas esplénicas proximales, o abundante ingesta en el estómago, desplazan caudalmente el riñón izquierdo (1,4).
- Tamaño y contorno:
  - Estos parámetros están muy relacionados, y por otra parte pueden afectar a uno o a los dos riñones, ante lo cual se agrupan a continuación los signos y las enfermedades que suelen presentar los riñones, y si lo hacen unilateral o bilateralmente:
    - Tamaño normal y contorno liso (puesto que hay riñones patológicos que no modifican estos parámetros) (Figuras 1, 2, 4 y 5):
      - Nefritis aguda.
      - Toxicidad renal aguda:
        - Envenenamiento por etilenglicol (anticongelante)
        - Otras toxinas.
        - Fármacos (ciertos antibióticos o quimioterápicos).
      - Estadios primarios de otras enfermedades renales.(1,4,12,13)
    - Agrandamiento moderado y contorno liso:
      - Nefrograma en la UI, bilateral. (Figuras 4 y 5).
      - Daño renal agudo, bilateral. (Figuras 3 y 18).
      - Nefritis, frecuentemente bilateral.
      - Pielonefritis aguda, frecuentemente bilateral.
      - Hidronefrosis, unilateral o bilateral, según la causa.
      - Shunts portosistémicos congénitos, a menudo bilaterales y con presencia de cálculos.
      - Amiloidosis, mayormente bilateral.
      - Hipertrofia renal compensatoria, unilateral con el otro riñón disminuido o ausente.
      - Neoplasia renal, normalmente unilateral; aunque es más frecuente que presenten contorno irregular. El linfosarcoma es el tumor renal más frecuente y, a menudo, bilateral.
      - Abscesos perirrenales subcapsulares, unilateral (1,4,12,13).
    - Agrandamiento marcado y contorno liso (Figura 21):
      - Hidronefrosis, unilateral o bilateral, según la causa.
      - Tumor renal, normalmente unilateral, y más habitual con contorno irregular que liso.
      - Hematoma subcapsular u orina, unilateral o bilateral, según la causa.
      - Linfomasarcoma renal, frecuente en gatos, raro en perros.
      - Seudoquistes perirrenales, típico de gatos viejos.
      - Peritonitis infecciosa felina (PIF), aunque es más habitual un contorno irregular (1,4,12,13).



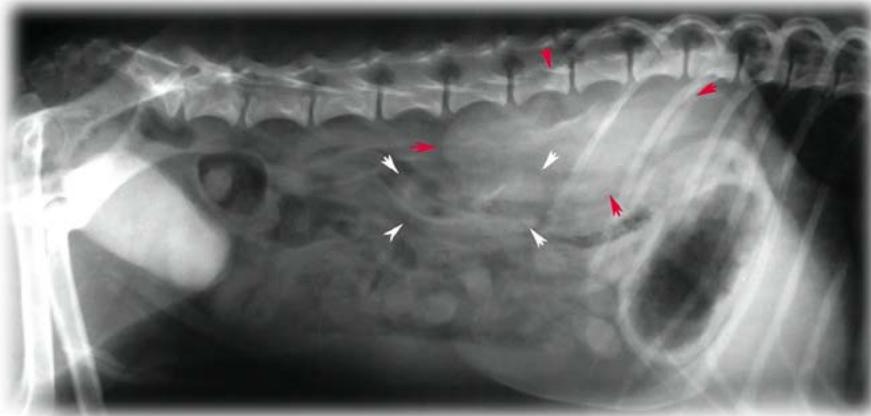
**Figura 21.** Gato con nefromegalia unilateral del riñón derecho. Contorno liso. Riñón izquierdo normal.

- Agrandamiento renal y contorno irregular:
  - Neoplasia renal primaria, usualmente unilateral, pero puede ser bilateral.
  - Metástasis, uni o bilateral.
  - Abscesos renales, normalmente unilateral.
  - Hematoma renal, normalmente unilateral.
  - Granuloma renal, uni o bilateral.
  - Quiste o quistes renales.
  - Enfermedad poliquística renal, heredable de gatos de pelo largo, principalmente de raza Persa y en sus cruces (Figura 22) (1,4,12,13).



**Figura 22.** Gato de 9 años con riñón poliquístico. Presenta nefromegalia marcada. Riñón izquierdo con flechas verdes; riñón derecho con flechas naranjas.

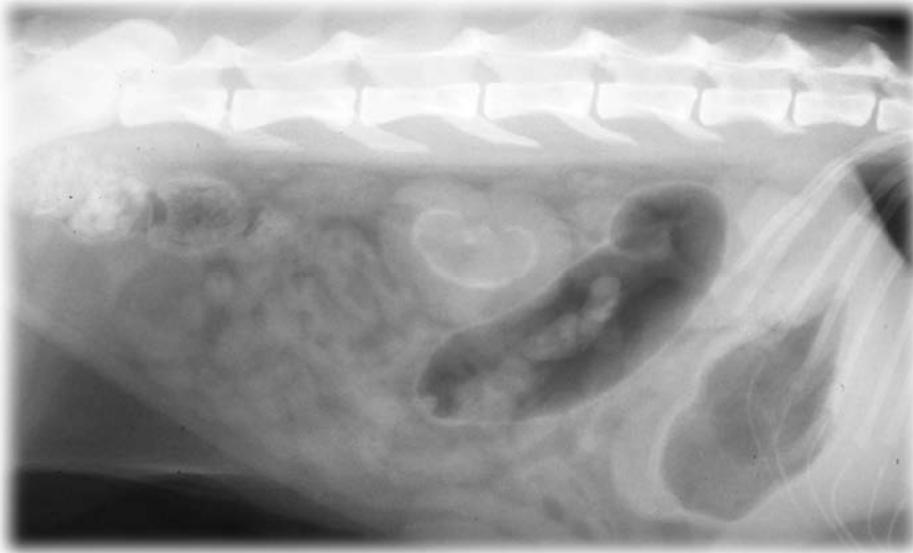
- Disminución renal y contorno liso o irregular:
  - Enfermedad renal crónica: (Figuras 23, 24, 25 y 26).
    - Glomerulonefritis crónica.
    - Pielonefritis crónica.
    - Nefritis intersticial crónica.
  - Atrofia renal secundaria a infartos renales o a enfermedad obstructiva crónica.
  - Hipoplasia cortical o displasia renal en perros jóvenes (predisposición familiar en Cocker, Lhasa Apso, Shih Tzu, Samoyedo, Doberman y Elkhound Noruego) (1,4,12,13).



**Figura 23.** Urografía intravenosa LL, que muestra el riñón derecho (marcado con flechas rojas) aumentado de tamaño, y un riñón izquierdo (marcado con flechas blancas) de contorno irregular y disminuido de tamaño.



**Figura 24.** Radiografía VD del animal de la Figura 23.



**Figura 25.** Radiografía LL simple de gato con nefrocalcinosis en riñón izquierdo. Presenta una línea radioopaca en la unión corticomedular y un pequeño nódulo. El riñón tiene un tamaño reducido, aproximadamente 1,5 L2.



**Figura 26.** Radiografía VD del gato de la Figura 25.

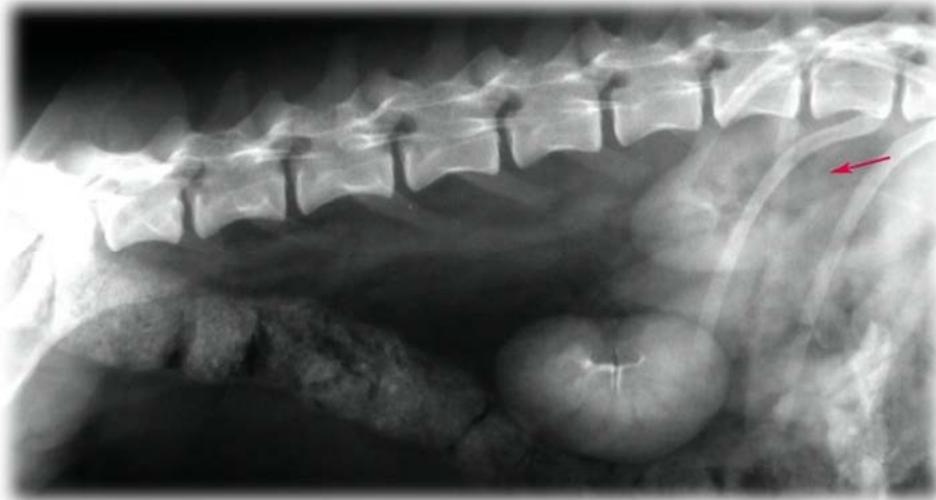
➤ Densidad:

- Aumentos focales de radioopacidad:
  - Artefactos debidos a superposición del otro riñón, pezones o comida.
  - Cálculos en la pelvis renal (Figura 35), grandes y solitarios, con forma de “cornamenta de ciervo” (Figura 16).
  - Cálculos en los divertículos renales, que suelen ser múltiples, sobre todo en gatos.
  - Mineralización distrófica por
    - Neoplasia.
    - Hematoma crónico, granuloma o absceso.
  - Granuloma parasitario.
  - Metaplasia ósea (1,4).
- Aumento difuso de la opacidad renal (nefrocalcinosis) (Figuras 3, 25 y 26):
  - Enfermedad renal crónica.
  - Intoxicación por etilenglicol.
  - Hiperparatiroidismo.
  - Hiperadrenocorticismo.
  - Hipercalcemia.
  - Drogas nefrotóxicas (antibióticos).
  - Hipervitaminosis D.
  - Telangiectasia renal en perros de raza Corgi (1,4).
- Disminución de la radioopacidad de la pelvis renal:
  - Por presencia de grasa, sobre todo en gatos obesos (Figura 19).
  - Por reflujo de aire tras neumocistografías:
    - Hiperinsuflación de una vejiga normal.
    - Insuflación de una vejiga que no se distiende (Figura 8).
    - Infección por bacterias productoras de gas, pielonefritis (1,4).

➤ Signos tras UI:

- Nefrograma, cambios en la secuencia normal:
  - Nefrograma disminuido seguido de disminución gradual.
    - Dosis de contraste escasa.
    - Enfermedad renal poliúrica.
  - Nefrograma aumentado, con persistencia.
    - Hipotensión sistémica inducida por el contraste.
    - Fallo renal inducido por el contraste.
    - Necrosis tubular aguda.

- Nefrograma que aumenta con el tiempo.
  - Fallo renal inducido por el contraste.
  - Hipotensión sistémica inducida por el contraste.
  - Isquemia renal.
  - Opacificación lenta por parénquima renal anormal o pobremente vascularizado:
    - Neoplasia.
    - Absceso.
    - Granuloma.
    - Hematoma.
    - Quiste (1,4).
- Nefrograma ausente:
  - Dosis inadecuada de contraste.
  - Enfermedad renal severa, con azoemia marcada.
  - Aplasia renal.
  - Nefrectomía anterior.
  - Arteria renal obstruida o avulsionada.
  - Ausencia de tejido renal funcional, por neoplasia, abscesos o hidronefrosis exagerada (1,4).
- Nefrograma heterogéneo:
  - Áreas bien definidas sin opacificar:
    - Quiste renal único, es poco frecuente.
    - Abscesos renales
    - Enfermedad poliquística renal, en gatos de pelo largo, principalmente de raza Persa y sus cruces; normalmente bilateral.
  - Áreas mal definidas sin opacificar (Figuras 27 y 28):
    - Neoplasias renales, aunque a veces se presenten como áreas más opacificadas, por retención o acúmulo de contraste.
    - Infartos renales, únicos o múltiples, con forma de abanico con el ápice dirigido hacia el hilio (Figura 29).
    - Nefritis severa.
    - Peritonitis infecciosa felina (PIF), en gatos.
    - Hematomas.



**Figura 27.** Urografía intravenosa LL de perro politraumatizado que presenta falta de opacificación (flecha roja) en el polo craneal del riñón derecho (¿hematoma?). Pielograma del riñón izquierdo normal. Presencia de líneas radiolúcidas en riñón izquierdo correspondientes a vasos interlobares.

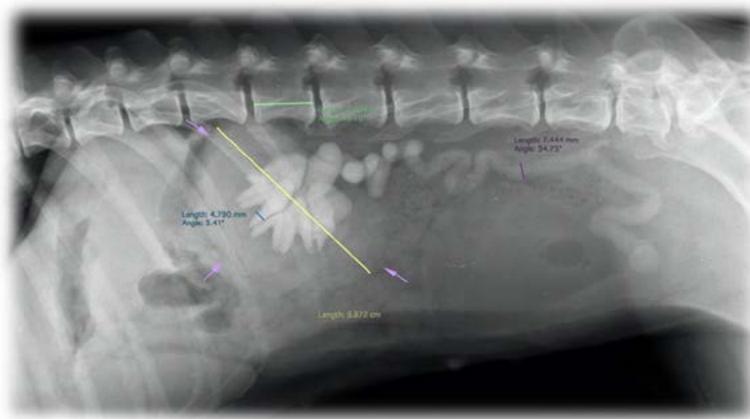


**Figura 28.** Radiografía VD como en la Figura 27.

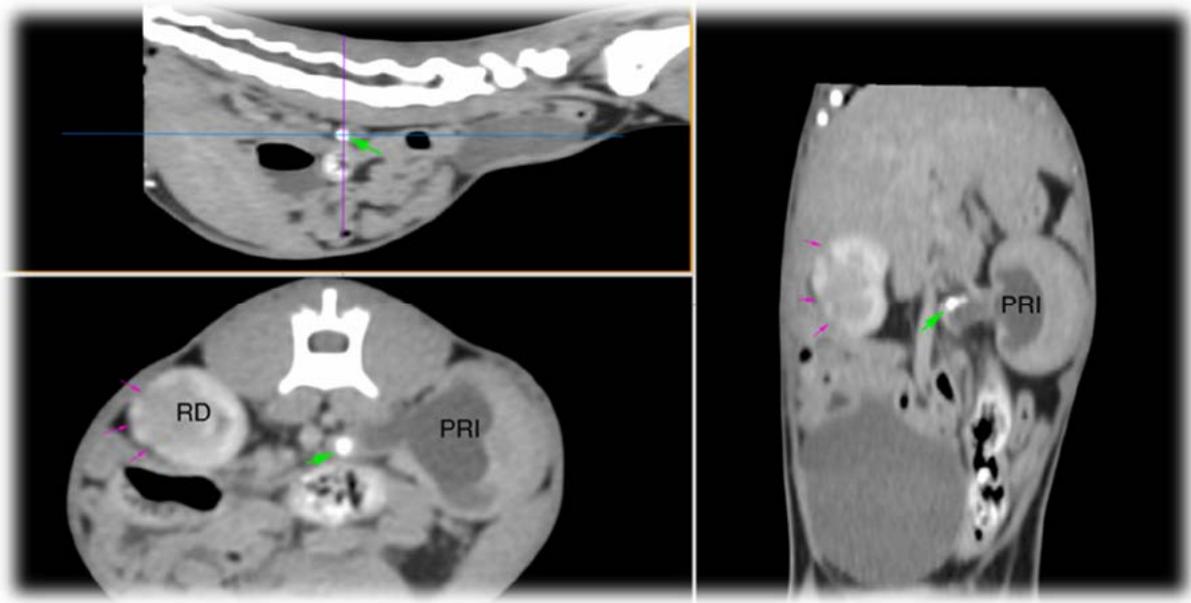


**Figura 29.** TC tras UIV que presenta infarto leve en la porción lateral del parénquima cortical del riñón derecho, basándose en la visualización de reducción del contraste, con distribución radiada (flecha morada).

- Borde periférico opacificado, en casos de hidronefrosis severa.
- Borde periférico no opacificado, por acúmulo de fluido subcapsular, como en los seudoquistes perirrenales, más habitual en gatos machos viejos (1,4,7).
- Variaciones en el pielograma:
  - Dilatación de la pelvis renal y divertículos:
    - Cuando se usa compresión abdominal.
    - Por aumento de la diuresis, será una dilatación media, simétrica y bilateral.
    - Hidronefrosis, que puede consistir en una dilatación muy grande, con un fino borde de parénquima:
      - Secundario a obstrucción de uréter (Figuras 30 y 31).
      - Idiopático.



**Figura 30.** Radiografía LL tras UIV en perra con obstrucción de uréter izquierdo a la entrada de la vejiga. Produce nefromegalia, dilatación de divertículos, pelvis renal y uréter izquierdos.



**Figura 31.** TC UIV gato con dilatación marcada de la pelvis renal del riñón izquierdo (PRI) y del riñón en su conjunto (nefromegalia por hidronefrosis), y distensión del extremo craneal de ese uréter, debido a la presencia de cálculos ureterales (flechas verdes) a 1cm de la pelvis. Se identifica cierta irregularidad del realce de la porción cortical del parénquima del riñón derecho (flechas lilas) probablemente debido a nefropatía leve crónica.

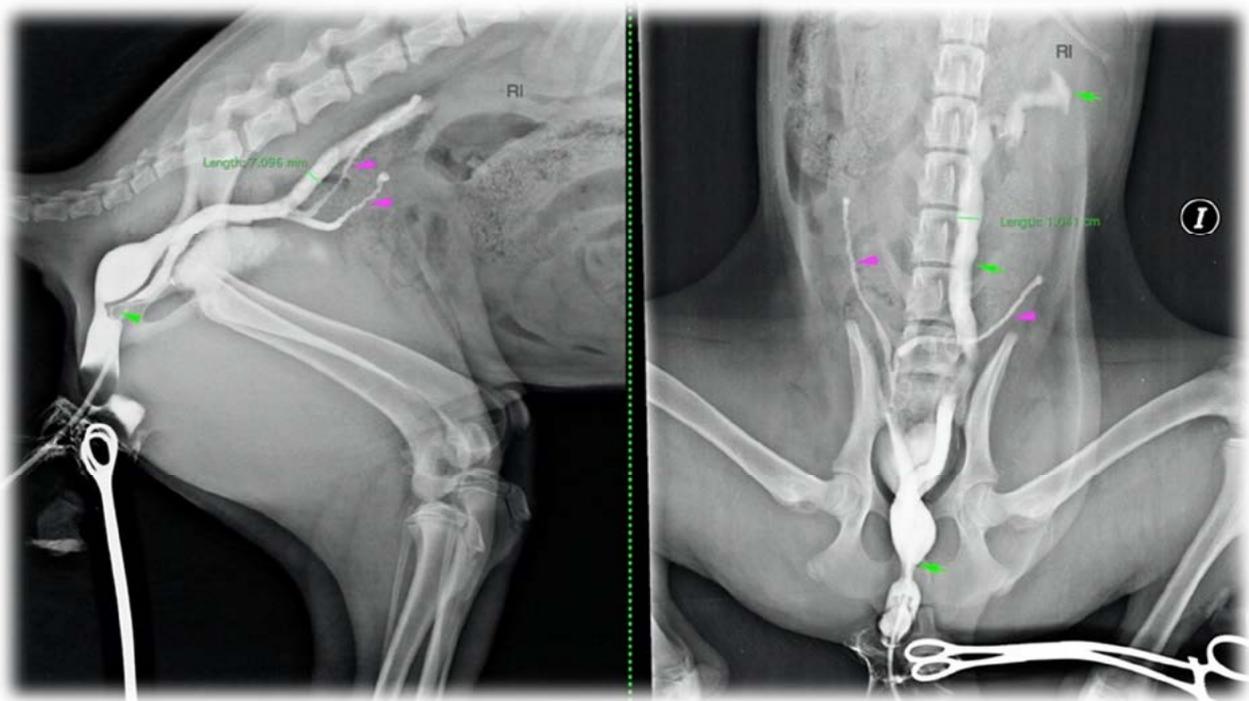
- Por cálculos renales (si son radioopacos pueden quedar enmascarados por el medio de contraste).
- Pielonefritis crónica, en la que normalmente la pelvis se dilata y los divertículos permanecen normales.
- Neoplasia renal:
  - Es habitual ver dilatación de la pelvis y del uréter proximal.
  - Por obstrucción mecánica de la pelvis.
- Uréter ectópico, debido a la estenosis del final del uréter o por infección ascendente (1,4).
- Distorsión de la pelvis renal:
  - Por neoplasia.
  - Por quistes, abscesos o granulomas.
  - Cálculos renales grandes.
  - Pielonefritis crónica.
  - Por presencia de coágulos, en coagulopatías, tumores sangrantes, traumas o hemorragia renal idiopática (Figuras 27 y 28).
  - Por enfermedad poliquística renal en gatos Persas, generalmente bilateral (1,4).
- Defectos de llenado en el pielograma (Figuras 27 y 28):
  - Radiolucencias lineales entre divertículos o recesos debido a la presencia normal de vasos interlobares.

- Por burbujas de aire procedentes de la excesiva distensión por neumocistograma.
- Por cálculos radioopacos o no, ya que incluso los primeros pueden provocarlos.
- Por restos procedentes de pielonefritis.
- Por presencia de coágulos (1,4,7).

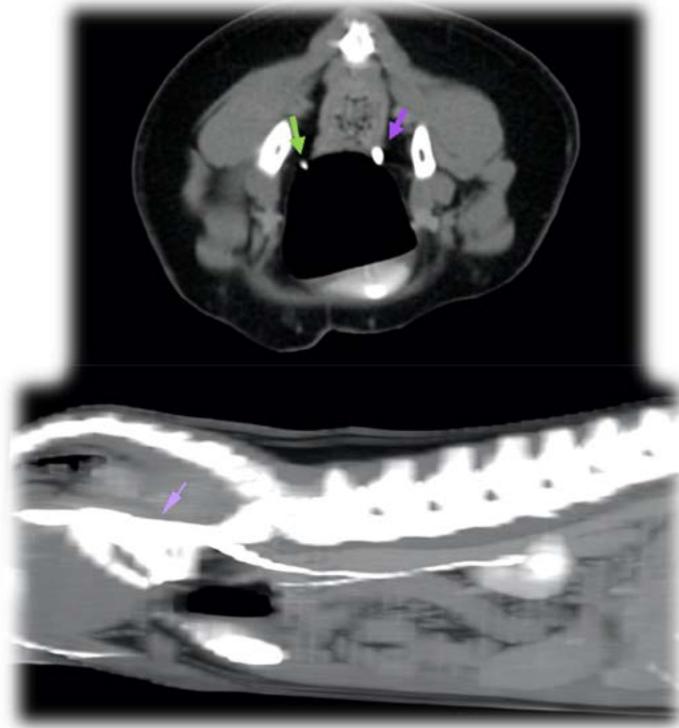
### VIII.5.2. Uréteres

➤ Localización:

- La localización alterada más frecuente es el uréter ectópico, de manera que no finaliza en el trigono vesical. La terminación anómala más habitual es la vagina, después en la uretra, cuello vesical y, finalmente, en útero; habiendo llevado un curso intra o extramural a la vejiga. La vaginouretrografía retrógrada y, sobre todo, la exploración tomográfica mediante TC tras urografía intravenosa son las técnicas más indicadas para la caracterización de los uréteres ectópicos (Figuras 15bis y 33).
- También puede encontrarse una localización anómala por avulsión ureteral debida a traumatismo, produciéndose derrame retroperitoneal, para lo cual son útiles la radiografía o el TC tras UI (1,7).



**Figura 32.** Labrador Retriever de 5 meses con incontinencia urinaria. Vaginografía que evidencia uréter ectópico izquierdo. Se aprecia uréter izquierdo dilatado, hasta 1 cm, útero completo, al haber resultado también una histerografía (flechas lilas), y uréter izquierdo dilatado desde la pelvis renal izquierda hasta su unión al suelo vaginal (flechas verdes).



**Figura 33.** TC tras UIV en perra con incontinencia por uréter ectópico. En la parte superior se presenta un corte transversal donde se aprecia dilatación del uréter izquierdo (flecha lila) respecto al uréter izquierdo (flecha verde) sobre la vejiga, con neumocistografía previa y medio de contraste positivo en su zona más declive. En la vista LL de una reconstrucción se aprecia que el recorrido del uréter izquierdo continúa más allá del trigono vesical, sobrepasándolo y desembocando en la vagina (flecha lila).

➤ Forma, tamaño y bordes:

▪ Dilatación del uréter:

- La mayor parte de las enfermedades ureterales producen una dilatación de una parte (Figura 31) o del uréter completo, ya sea por obstrucción (p. ej. cálculos, coágulos, estenosis o masas) (Figura 30), uréter ectópico (Figuras 15bis y 33), inflamación (p.ej. ureteritis, pielonefritis) atonía y desgarros ureterales.
- Los uréteres ectópicos normalmente están dilatados, con forma sinuosa y mucosa normalmente lisa (Figura 32).
- Por obstrucción ureteral, ya sea por cálculo o por neoplasia (incluso de la vejiga, que presentará una mucosa irregular).
- Por ureteroceles se produce una dilatación focal en o muy próxima a su entrada en la vejiga (Figuras 5 y 6: dilataciones de la terminación del uréter que, en este caso, corresponden a deferentocelos)
- Por divertículo ureteral, consistente en pequeñas saculaciones que protruyen del lumen, secundarias a obstrucciones parciales (1,4,7,14).

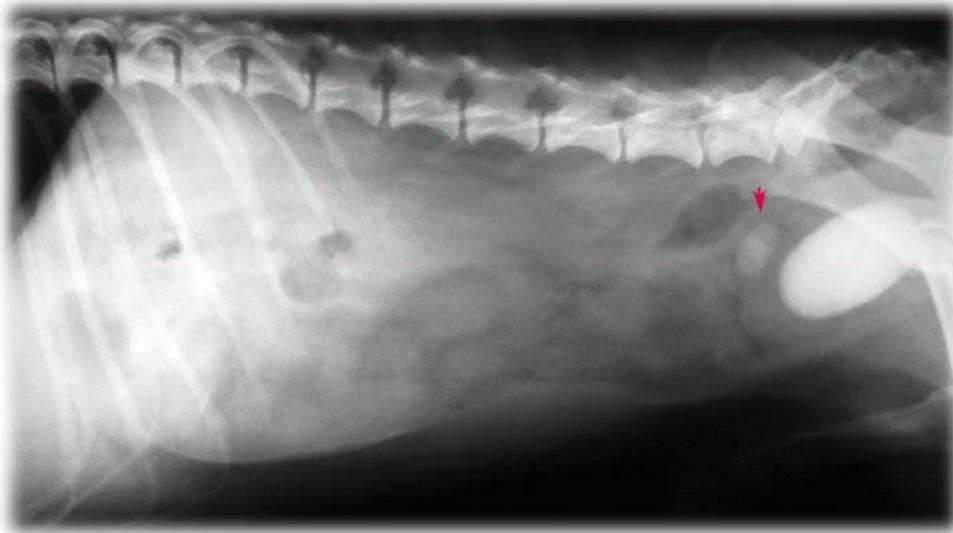
▪ Estenosis del uréter, normalmente focales:

- Por compresión extrínseca o estenosis, mucosa lisa.

- Por estenosis, secundaria a cálculos, traumas, neoplasias o ligaduras, presentando mucosa irregular (1,4).

➤ Densidad:

- Prácticamente el único cambio de densidad ureteral se debe a la presencia de cálculos radioopacos, los cuales pueden encontrarse en cualquier parte de su recorrido (Figura 34). Si bien hay cálculos radioopacos, como los de sílice, oxalato y los de estruvita de cierto tamaño, otros, como los de urato o cistina, no son visibles en radiografías mientras que pueden ser identificados mediante TC. Por otra parte, la identificación de los cálculos no radioopacos puede beneficiarse del uso de urografía intravenosa convencional o mediante TC (3,7,10,11,12,13).



**Figura 34.** Radiografía simple LL de perro con cálculo radioopaco al final del uréter (flecha roja) y otro de mayor tamaño en la vejiga.

### VIII.5.3. Vejiga urinaria

- Los signos radiológicos de enfermedad vesical obtenidos mediante radiografía simple son bastante limitados, incluyendo la no visualización de la misma o su visualización dificultosa, además de cambios en la situación, forma, tamaño y densidad anormal, lo cual requerirá, frecuentemente, la complementación del estudio con la utilización de técnicas de contraste. Así, se comentarán en primer lugar los signos radiológicos anormales de forma general y, posteriormente, los signos específicos obtenidos empleando medios de contraste:
- No visualización:
  - Por factores técnicos, superposición con la musculatura de la pierna en proyecciones LL o con heces o columna en las proyecciones VD, o por subexposición.
  - Por vejiga vacía, ante micción reciente, cistitis severa o presencia de uréteres ectópicos bilaterales.
  - Por desplazamiento, a través de una hernia perineal, inguinal o abdominal traumática.
  - Por ruptura vesical, apreciándose líquido abdominal libre.
  - Por líquido peritoneal libre, ya sea trasudado, exudado o hemorragia.

- En animales caquécticos, por falta de contraste graso abdominal.
- En animales jóvenes, aproximadamente menor a los 4 meses de edad, por falta de contraste abdominal (2,4).
- Cambios en la posición o desplazamiento:
  - Desplazamiento ventral, en hernias inguinales o de la pared ventral, por linfadenopatías sublumbaras importantes y por distensión del colon (Figuras 16, 36 y 38) o del útero.
  - Desplazamiento craneal, en prostatomegalia (Figura 2), uretra avulsionada o rota y por obesidad en gatos (Figura 19).
  - Desplazamiento caudal, por hernias perineales en machos, habiendo estudios en los que la vejiga se desplazó en el 20% de los casos (Figura 12), y por uretra corta en perras (debido a malformación congénita o variación normal presente en algunas perras sin signos clínicos) (2,4).

➤ Forma y tamaño:

En general, una variación respecto a la normalidad en una de estas características, observadas en las radiografías simples, requerirá la utilización de técnicas de contraste.

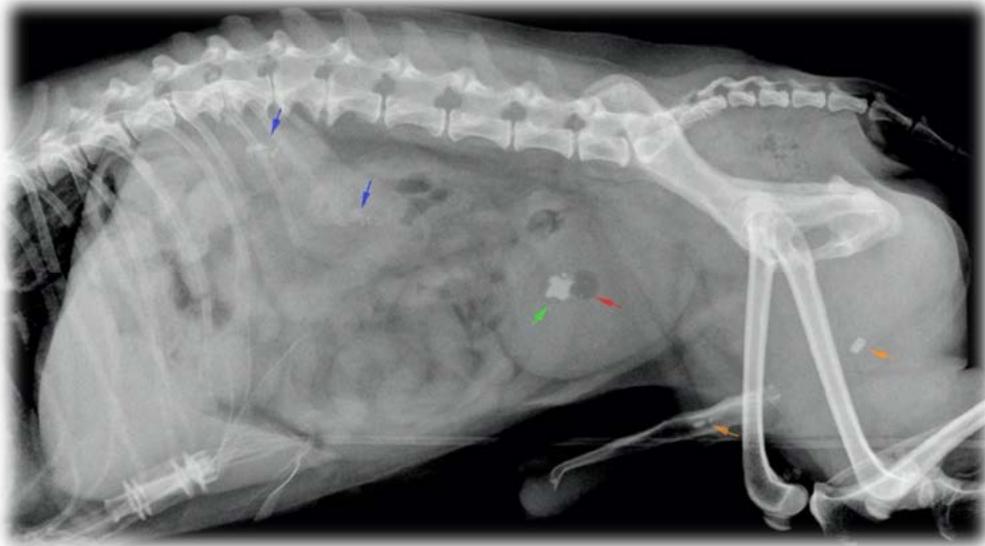
La valoración de la forma en la radiografía simple es bastante limitada, pero se puede evidenciar ante la presencia de masas abdominales adyacentes (quistes paraprostáticos o quistes que se confunden con la vejiga), neoplasias vesicales extensas, ruptura vesical, divertículo congénito o uraco persistente.

- Tamaño vesical aumentado:
  - Normal, cuando el animal no ha tenido posibilidad de orinar.
  - Por obstrucción, ante cálculos uretrales o por compresión uretral de masas intrapélvicas (próstata, cérvix, vagina o rectales) o por tumores de la uretra o del trigono vesical (Figura 2, 11 y 13).
  - Por causa neurológica, secundaria a lesión medular o a retención o disuria crónica.
- Tamaño vesical disminuido:
  - Debido a micción reciente, ruptura vesical, uréter ectópico o roto o hipoplasia vesical.
  - Debido a vejiga no distensible, por cistitis crónica (infecciosa, mecánica o traumática) o por neoplasia vesical extensa (Figura 8) (2,4).

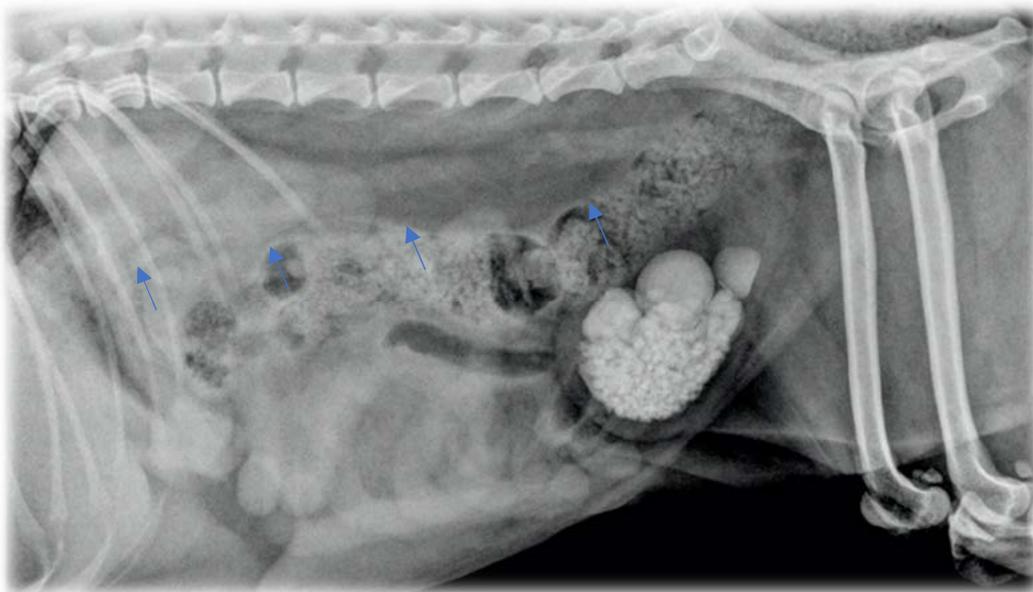
➤ Densidad:

Cualquier cambio en la radioopacidad de la vejiga, se suele detectar fácilmente en la radiografía simple y siempre será anómalo, una vez que se descarte la superposición con material intestinal (gas, comida o heces), pezones o suciedad externa.

- Densidad radiográfica aumentada:
  - Por cálculos radioopacos (Figuras 16 y 34-36), de fosfato, oxalato, sílice y algunos cálculos de cistina (normalmente no radioopacos, pero que pueden presentar un punteado radioopaco). Por mineralización distrófica tumoral o secundaria a cistitis crónica.
  - En gatos, por restos cristalinos sedimentados, mejor en proyección LL en la estación (2,4,7,16).



**Figura 35.** Vista LL, con cálculos renales (flechas azules), vesicales (flecha verde) y uretrales pre penanos y peneanos (flechas naranjas). También se aprecia una burbuja de gas por posible intento de sondaje (flecha roja).



**Figura 36.** Cálculos vesicales múltiples de diferente tamaño, estructura y composición. Buen contraste abdominal, apreciándose perfectamente el discurrir de la vena cava caudal abdominal.

- Densidad radiográfica disminuida:
  - Presencia de gas iatrogénico, al cateterizar o hacer cistocentesis, normalmente en forma de burbujas redondeadas, dentro de la luz vesical y situado centralmente (Figura 35).
  - Por cistitis enfisematosa, observándose formas más irregulares en la pared vesical y en los ligamentos, en animales con diabetes (Figura 37) (2,4,7).



- Tumores vesicales, frecuentemente próximas al cuello vesical, unidos a la pared (Figuras 10, 11 y 13) (2,4,16).
- Defectos de llenado evidenciables en cistografías positiva o de doble contraste (Figuras 10, 11, 13, 35 y 38):
  - Por superposición del intestino con gas o por distensión vesical incompleta.
  - Cálculos, incluso los radioopacos, situados normalmente en el centro, mejor vistos con doble contraste.
  - Burbujas de gas, en el centro, cuando se realiza una cistografía, y en la periferia, pegadas a la pared, cuando se hace un doble contraste.
  - Coágulos sanguíneos, variables en forma y tamaño. Si son pequeños y libres pueden asemejar cálculos, pero suelen tener un contorno más irregular. Si son grandes y libres, provocan defectos de llenado irregular. Si son grandes y adheridos a la pared pueden parecer tumores parietales (hacer lavado para diferenciar) (2,4,16).
- Engrosamiento de la pared vesical evidenciable en cistografías:
  - Engrosamiento difuso y mucosa lisa:
    - Normal, cuando la distensión es escasa.
    - Cistitis crónica, mayormente en zona craneoventral (Figura 19).
    - Por hipertrofia muscular, ante obstrucciones crónicas (Figura 8).
  - Engrosamiento difuso y mucosa irregular:
    - Cistitis crónica, mayormente en zona craneoventral.
    - Neoplasia difusa, infrecuente.
  - Engrosamiento difuso y mucosa nodular:
    - Cistitis ulcerativa, presencia de coágulos.
    - Cistitis polipoide, mayormente craneoventral.
    - Neoplasias, frecuentemente cerca del cuello.
  - Engrosamiento difuso y contraste en o a través de la pared:
    - Mejor evidenciado con cistografía retrógrada de contraste positivo.
    - Rotura vesical pequeña.
    - Divertículo uracal congénito, frecuentemente asociado a cistitis crónica.
    - Cistitis ulcerativa grave.
  - Engrosamiento focal (Figura 10):
    - Neoplasia, normalmente cerca del cuello vesical.
    - Cistitis polipoide.
    - Ureterocele (2,4,7,8,16).

#### VIII.5.4. Uretra

- Anomalía en el uretrograma:
  - Defectos de llenado:
    - Burbujas de aire, por introducción accidental. Se mueven y no distienden la uretra.
    - Cálculos, que sí pueden distender la uretra, más comunes en machos. Se sitúan en arcada isquiática y, sobre todo, en la base del hueso peneano, confundiendo a veces con centros de osificación secundarios (Figuras 35 y 39).



**Figura 39.** Vista LL de uretrografía retrógrada en perro con cálculos radiotransparentes evidenciados como defecto de llenado por el contraste positivo (flecha lila).

- Estenosis:
  - No confundir con ondas peristálticas uretrales.
  - Por presencia previa de un cálculo, o cirugía previa (Figura 14).
  - Por enfermedad prostática, habitualmente neoplasias.
  - Por neoplasia uretral o uretritis grave.
- Mucosa irregular:
  - Por neoplasia uretral o uretritis grave.
- Desplazamiento uretral:
  - Por masa adyacente.
  - Por hernia inguinal o perineal. (Figura 12).
  - Enfermedad prostática asimétrica, es decir, quistes, abscesos o neoplasias prostáticas.
- Extravasación de medios de contraste:
  - En uretra prostática es normal un ligero ensanchamiento festoneado.
  - Ruptura uretral, por trauma o iatrogénicamente (Figura 40).
  - Por enfermedad prostática, debido a quistes, abscesos y neoplasias (4,5).



**Figura 40.** Perro de montería con herida perineal por un jabalí. Se realiza uretrografía de contraste positivo que confirma la laceración uretral por la pérdida difusa de contraste. La densidad radiolúcida que se aprecia dorsalmente a la zona de pérdida de contraste positivo se debe a la presencia de gas que entra directamente por la herida abierta.

En el tracto urinario inferior las técnicas de contraste aportan mucha más información que las radiografías simples, y los cálculos, traumas y neoplasias constituyen la mayor parte de los casos.

### VIII.6. Bibliografía

1. Seiler GS. Kidneys and Ureters. En: Thrall DE, editor. Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology - E-Book. Elsevier Health Sciences; 2017. p. 823–45.
2. Marolf AJ. Urinary Bladder. En: Thrall DE, editor. Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology - E-Book. Elsevier Health Sciences; 2017. p. 846–64.
3. Brown JC. Urethra. En: Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology. 7ª ed. St. Louis: Elsevier; 2018.
4. Dennis R, Kirberger R, Barr F, Wrigley R. Urogenital tract. En: Handbook of Small Animal Radiology and Ultrasound. 2nd Editio. Saunders Ltd.; 2010. p. 297–326.
5. Brown JC. Urethra. En: Thrall DE, editor. Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology - E-Book. Elsevier Health Sciences; 2017. p. 865–70.
6. Barthez PY, Begon D, Delisle F. Effect of contrast medium dose and image acquisition timing on ureteral opacification in the normal dog as assessed by computed tomography. Vet Radiol Ultrasound [Internet]. 1998 Nov;39(6):524–7.
7. Wisner ER, Zwingerberger AL. Atlas of Small Animal CT and MRI. Ames: Wiley Blackwell; 2017. 704 p.
8. Carr AH, Wisner ER, Westropp JL, Mayhew PD. Feline obstructive ureterolithiasis: utility of computed tomography and ultrasound in clinical decision making. Vet Radiol Ultrasound. 2012;53(6):680.
9. Daniel GB, Mitchell SK, Mawby D, Sackman JE, Schmidt D. Renal nuclear medicine: Vet Radiol Ultrasound [Internet]. 1999 Nov 1;40(6):572–87.
10. Tyson R, Daniel GB. Renal Scintigraphy in Veterinary Medicine. Semin Nucl Med [Internet]. 2014;44(1):35–46.
11. Lattimer JC, Essman SC. Prostate Gland. In: Thrall DE, editor. Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology - E-Book. Elsevier Health Sciences; 2017. p. 871–9.
12. Stokes JE, Forrester SD. New and unusual causes of acute renal failure in dogs and cats. Vet Clin North Am Small Anim Pract [Internet]. 2004;34(4):909–22.
13. Hoey SE, Heder BL, Hetzel SJ, Waller KR. Use of computed tomography for measurement of kidneys in dogs without renal disease. JAVMA-Journal Am Vet Med Assoc. 2016;248(3):282–7.
14. Hesse A, Tiselius HG, Siener R, Hoppe B. Urinary Stones: Diagnosis, Treatment, and Prevention of Recurrence. Urinary Stones: Diagnosis, Treatment, and Prevention of Recurrence. Basel: Karger; 2009. 1–233 p.
15. Berent AC. Ureteral obstructions in dogs and cats: a review of traditional and new interventional diagnostic and therapeutic options. J Vet Emerg Crit Care (San Antonio) [Internet]. 2011 Apr;21(2):86–103.
16. Hesse A, Neiger R. Urinary Stones in Small Animal Medicine. A colour Handbook. 1ª ed. London: CRC Press; 2009. p. 176.