

LA NEFROMEGALIA NEL CANE E NEL GATTO

Parte II. Approccio diagnostico*

AMY M. GROOTERS, DVM
 MAY-LI D. CUYPERS, DVM, MRCVS
 BETH P. PARTINGTON, DVM, MS
 JAMIE WILLIAMS, MS, DVM
 ROBERT D. PECHMAN, DVM
Louisiana State University

Nei piccoli animali, l'aumento di volume dei reni è un reperto clinico e radiografico frequente. Il riscontro di nefromegalia, se associato ad altre informazioni cliniche (quali segnalamento e anamnesi), consente al clinico di formulare un elenco abbastanza ristretto di possibili diagnosi differenziali. Lo stato di nefromegalia può derivare da disordini diffusi del parenchima renale, quali insufficienza renale acuta, amiloidosi, linfoma renale e nefrite piogranulomatosa secondaria a peritonite infettiva felina (FIP), disordini parenchimali focali o multifocali, quali nefropatia policistica, ascesso renale e neoplasie renali, disordini subcapsulari e perirenali, quali pseudocisti perirenali ed ematomi perirenali, oppure da disordini del sistema collettore, quali idronefrosi e pielonefrite. Nella prima parte del presente lavoro sono state elencate le diagnosi differenziali che devono essere considerate in presenza di nefromegalia sia nel cane che nel gatto. In questa seconda parte verranno affrontati l'approccio diagnostico alla condizione nei piccoli animali, considerando i reperti di laboratorio, radiografici ed ecografici e l'opportunità di scelta fra aspirazione con ago sottile e biopsia renale.

SEGNALAMENTO

Informazioni quali età, sesso e razza del soggetto spesso si rivelano molto utili per compilare e abbreviare l'elenco delle diagnosi differenziali di nefromegalia. Negli animali giovani vi sono maggiori probabilità di riscontrare lesioni congenite, fra cui l'agenesia renale (che spesso comporta l'ipertrofia compensatoria del rene restante).¹ Condizioni quali l'ectopia degli ureteri,² l'ureterocele³ e la stenosi ureterale⁴ o uretrale⁵ sono lesioni congenite che possono indurre lo sviluppo di nefromegalia essendo causa di idronefrosi. Altri disordini che spesso colpiscono gli animali gio-

vani comprendono nefroblastoma,⁶⁻⁸ nefropatia policistica,⁹⁻¹² peritonite infettiva felina,^{13,14} *shunt* portosistemico (talvolta associato a ipertrofia renale)^{15,16} e idronefrosi idiopatica monolaterale nel gatto.^{17,18} Negli adulti sono tipicamente all'origine della nefromegalia le neoplasie renali¹⁹⁻²¹ (escluso il nefroblastoma) e l'acromegalia.²²

Le razze che maggiormente rischiano lo sviluppo di disordini all'origine di nefromegalia sono rappresentate da shar pei (amiloidosi renale),²³ pastore tedesco (cistoadenomi renali bilaterali associati a dermatofibrosi nodulare),^{24,25} cairn terrier (nefropatia policistica),¹¹ bull terrier (nefropatia policistica)¹² e gatti persiani e relativi incroci (nefropatia policistica).¹⁰ È stata notata una predisposizione di sesso per il carcinoma delle cellule renali e quello delle cellule di transizione (cani maschi anziani),^{19,21} l'ectopia degli ureteri (cagne),² l'acromegalia felina (gatti maschi)²² e le pseudocisti perirenali (gatti maschi).²⁶

ANAMNESI E SEGNI CLINICI

Molti animali colpiti da nefromegalia vengono portati alla visita con manifestazioni aspecifiche di malattia, quali anoressia, letargia e perdita di peso. In presenza di affezioni che comunemente coinvolgono entrambi i reni (ad es. nefropatia policistica, linfoma renale felino, peritonite infettiva felina, pseudocisti perirenali, pielonefrite, amiloidosi e idronefrosi bilaterale), è possibile che l'animale venga portato alla visita perché manifesta segni di insufficienza renale cronica (fra cui poliuria, polidipsia e vomito).^{14,26-29} Contrariamente a numerosi altri disordini che provocano nefromegalia, l'insufficienza renale acuta è tipicamente associata a una sintomatologia recente e a comparsa improvvisa.

La distensione addominale può rappresentare la manifestazione clinica principale in animali affetti da pseudocisti perirenali,²⁶ nefroblastoma,^{6,7,30,31} idronefrosi monolaterale^{14,32} oppure cistoadenomi renali bilaterali.²⁵ L'individuazione di nefromegalia monolaterale in seguito a un intervento recente di ovarioisterectomia deve suggerire il possi-

* Da "The Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian". Vol.19, N.11, novembre 1997, 1213. Con l'autorizzazione dell'Editore.

bile sviluppo di idronefrosi secondaria ad allacciamento accidentale di un uretere.³³ Analogamente, l'aumento di volume dei reni in seguito a biopsia renale deve indurre a ricercare immediatamente la presenza di un ematoma perirenale o di idronefrosi secondaria a ostruzione della pelvi renale da parte di un coagulo.^{34,35}

La comparsa di segni riferibili ad un interessamento delle basse vie urinarie, quali stranguria ed ematuria, spesso accompagna o precede lo sviluppo di nefromegalia rilevabile clinicamente quando l'idronefrosi sia secondaria ad affezioni a carico di vescica urinaria (carcinoma delle cellule di transizione), uretra (calcolosi) o prostata (carcinoma prostatico). L'incontinenza urinaria è il segno principale in soggetti con uretere ectopico² e si può sviluppare anche in seguito alla legatura accidentale di un uretere in corso di ovarioisterectomia.³⁶

Alcuni disordini che esitano in una nefromegalia inducono tipicamente la comparsa di segni clinici correlati ad altri apparati. Sono esempi di questo tipo l'acromegalia (poliuria, polidipsia, polifagia, aumento di peso, aumento di volume di testa e addome e zoppia),²² lo *shunt* portosistemico (encefalopatia epatica, crescita stentata e ptialismo [nel gatto]),^{15,16} la peritonite infettiva felina (uveite, ittero e manifestazioni a carico del sistema nervoso centrale),¹³ il linfoma renale felino (vomito, diarrea e segni a carico del sistema nervoso centrale)^{14,20} e l'amiloidosi renale nel cane (ascite, edema e dispnea acuta o paresi caudale associata a tromboembolia).³⁷ La zoppia può conseguire a dermatofibrosi nodulare associata a cistoadenomi renali,^{24,25} osteopatia ipertrofica associata a neoplasie renali,^{38,39} o tumefazione articolare negli shar pei affetti da amiloidosi.²³ L'edema degli arti posteriori è un segno raro rilevabile alla visita in cani con neoplasie renali di grandi dimensioni che comprimono la vena cava caudale.¹⁹

ESAME CLINICO

Oltre a individuare o confermare la presenza di nefromegalia, la palpazione dei reni spesso fornisce altri indizi (basati su forma, profilo, dimensioni del rene e presenza di dolorabilità) circa l'origine dell'aumento di volume dell'organo. Gli ingrossamenti di notevole entità sono probabilmente legati a idronefrosi, neoplasie, nefropatia policistica, pseudocisti perirenali o nefrite piogranulomatosa secondaria a peritonite infettiva felina. Al contrario, l'insufficienza renale acuta, l'amiloidosi e l'ipertrofia renale inducono stati di nefromegalia di lieve entità.

L'irregolarità della superficie renale è un reperto tipico di patologie quali nefrite piogranulomatosa secondaria a peritonite infettiva,^{13,14} linfoma renale²⁰ e altri tipi di neoplasie renali.¹⁹ La superficie degli organi risulterà liscia in presenza di insufficienza renale acuta,⁴⁰ amiloidosi (soltanto nel cane),²⁸ idronefrosi³² e ipertrofia renale.^{15,33} Quando si rileva la presenza di dolorabilità renale lombare, le diagnosi differenziali devono comprendere insufficienza renale acuta, pielonefrite acuta, pielonefrosi, ascesso renale e ostruzione ureterale acuta.^{14,40-42}

In qualsiasi animale affetto da nefromegalia occorre eseguire un esame accurato di tutti gli apparati. Le mucose possono apparire pallide (evento comune nei gatti con linfoma renale),^{14,20,43} itteriche (indice di peritonite infetti-

va)¹³ oppure di colore rosso mattone (in seguito a policitemia associata a neoplasie renali).^{44,45} Occorre esaminare gli occhi per ricercare anomalie associate alla peritonite infettiva felina (ad es. uveite e corioretinite)¹³ oppure linfoma (ad es. edema del nervo ottico).⁴⁶ Alla palpazione addominale è possibile rilevare la presenza di epatomegalia (associata a peritonite infettiva felina, linfoma e acromegalia) oppure una massa addominale originante dal tratto gastrointestinale o dai linfonodi mesenterici (associata a linfoma).^{13,14,22} Negli animali con peritonite infettiva felina,¹³ linfoma,²⁰ o *shunt* portosistemico^{15,16} possono comparire anomalie neurologiche.

ALTERAZIONI DEI RISULTATI DEGLI ESAMI DI LABORATORIO

L'esame emocromocitometrico completo, il profilo biochimico e l'analisi delle urine possono rivelare effetti secondari dei disordini che provocano nefromegalia. L'anemia è un reperto comune negli animali affetti da insufficienza renale qualunque ne sia l'origine ed è particolarmente frequente nei gatti colpiti da peritonite infettiva e linfoma.^{13,14,20} La leucocitosi compare tipicamente in soggetti con pielonefrite (soprattutto se in stadio acuto),^{14,41} pielonefrosi⁴⁷ e ascessi renali.⁴⁸ Nei cani colpiti da neoplasie renali, sono state descritte quali sindromi paraneoplastiche la policitemia e la leucocitosi neutrofila estrema.^{44,45,49,50}

È possibile che si verifichi lo sviluppo di iperazotemia renale quando la nefromegalia bilaterale dipende da un'insufficienza acuta, nefropatia policistica, linfoma renale felino, peritonite infettiva felina, pseudocisti perirenali, pielonefrite, amiloidosi oppure idronefrosi bilaterale.^{14,26,28,32,40,41} Inizialmente, la presenza di urina diluita può costituire l'unica anomalia di laboratorio nei cani con amiloidosi renale, mentre gli stati di ipoalbuminemia e proteinuria (da confermare preferibilmente misurando il rapporto proteine:creatinina) vengono spesso rilevati più tardivamente nel corso della malattia.²⁸

Il riscontro di iperkalemia, acidosi metabolica e sedimento urinario attivo (indicato dalla presenza di cilindri granulari, cellule epiteliali, piuria ed ematuria) solitamente è associato a insufficienza renale acuta.⁴⁰ Quando quest'ultima consegue a intossicazione da glicol etilenico, spesso sono presenti situazioni di ipocalcemia, grave acidosi metabolica da elevato gap anionico e cristalluria da ossalato di calcio.⁵¹

La comparsa di ematuria macroscopica è comune negli animali con tumori del mesenchima renale (ad es. emangiosarcoma ed emangioma) oppure neoplasie della pelvi renale (ad es. carcinoma delle cellule di transizione), mentre si osserva soltanto in un terzo dei cani affetti da carcinoma a carico delle linee cellulari dell'organo.^{21,52,53} In generale, negli animali colpiti da neoplasie renali, la proteinuria è un reperto più costante dell'ematuria.²¹ Nei soggetti affetti da pielonefrite, spesso si riscontrano piuria e batteriuria, a cui si possono associare cilindri leucocitari che consentono di localizzare l'infezione al tratto urinario superiore.^{14,41} L'ematuria e la piuria sono reperti comuni negli animali con idronefrosi secondaria a lesioni infiammatorie o neoplastiche del tratto urinario inferiore.^{19,29}

ESAME RADIOGRAFICO DELL'ADDOME SENZA MEZZO DI CONTRASTO

Utilità e limiti

Le immagini radiografiche dell'addome forniscono informazioni circa dimensioni, forma, localizzazione, numero e radiopacità dei reni, purché sia presente un grado di contrasto appropriato a livello addominale e nello spazio retroperitoneale.^{54,55} Nella maggior parte dei casi, la mancanza di dettagli è imputabile all'assenza di grasso retroperitoneale (come avviene negli animali giovani o magri) oppure alla presenza di sangue, urina o trasudati nello spazio retroperitoneale.⁵⁶ La visualizzazione del profilo renale può essere limitata anche dalla sovrapposizione di un'ansa intestinale contenente liquidi o ingesta.⁵⁵

Dimensioni renali

Le dimensioni dei reni si valutano meglio nelle immagini eseguite in proiezione ventrodorsale poiché gli organi si trovano in posizione orizzontale e non sono sovrapposti. Tuttavia, se il rene destro non può essere visualizzato chiaramente in proiezione ventrodorsale (solitamente a causa della sovrapposizione del fegato), è possibile individuare notevoli variazioni di dimensione in proiezione laterolaterale. Quando sia possibile, occorre evitare di valutare le dimensioni renali in questa proiezione poiché i reni possono ruotare leggermente lungo il piano longitudinale, quello in posizione più elevata appare ingrandito e i margini dei due organi si sovrappongono.

Nei cani normali, il rene destro si estende da T-12 a L-1, mentre quello sinistro si estende da L-1 a L-3.⁵⁷ Nei gatti normali, entrambi i reni sono situati nell'area posta ventralmente a L1-4, con quello destro in posizione leggermente più craniale.⁵⁷ La lunghezza dei reni valutata nelle immagini eseguite in proiezione ventrodorsale, nel cane normale è pari a 2,5-3,5 volte la lunghezza di L-2,^{58,59} mentre nel gatto normale è pari a 2,5 -3 volte quella di L-2.⁵⁷ In base all'esperienza degli autori, non è raro che la lunghezza dei reni superiori di appena 1,8-2 volte quella di L-2, in gatti che non presentano segni clinici o di laboratorio riferibili a nefropatia.

Masse renali

È possibile accertare che masse addominali di grandi dimensioni protrudono dal rene considerandone la posizione e la direzione in cui spostano l'intestino. Le masse renali originano nella parte media e craniodorsale dell'addome e spingono il piccolo intestino in direzione caudale e ventrale⁵⁷ (Fig. 1). Le masse che interessano il rene destro spostano l'intestino (in particolare il duodeno) ventralmente e verso sinistra, mentre quelle presenti sul rene sinistro dislocano l'organo ventralmente e verso destra.⁶⁰ Anche le masse originanti da surreni, ovaie o spazio retroperitoneale possono indurre un analogo spostamento dell'intestino e devono essere considerate fra le diagnosi differenziali ogni qualvolta si identifichi una massa nell'area renale.⁵⁷



Figura 1A

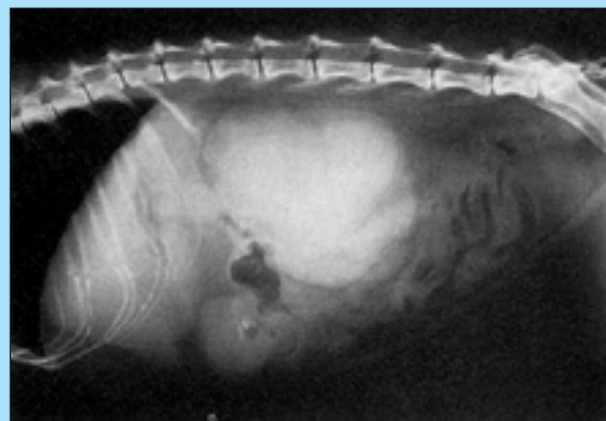


Figura 1B

FIGURA 1 - Immagini radiografiche dell'addome in proiezione ventrodorsale (A) e laterolaterale destra (B) in una gatta a pelo corto, sterilizzata, di 9 anni di età colpita da linfoma renale bilaterale. Il piccolo intestino è stato dislocato in posizione caudale e ventrale da parte dei reni ingrossati. Si noti che la forma del rene è rimasta normale nonostante la notevole nefromegalia.

Forma e profilo dei reni

In presenza di un contrasto radiografico corretto, la valutazione di forma e profilo dei reni consente di restringere l'elenco delle possibili diagnosi differenziali di nefromegalia (Tab. 1). L'aumento di volume senza modificazione di forma e profilo è tipicamente ascrivibile a condizioni quali insufficienza renale acuta, amiloidosi renale (soltanto

Tabella 1
Reperi radiografici ed ecografici associati a disordini che provocano nefromegalia nel cane e nel gatto

Reperi all'esame radiografico in bianco dell'addome		Reperi dell'urografia discendente	Reperi ecografici
Disordini del parenchima renale			
<i>Diffusi</i>			
Insufficienza renale acuta	Nefromegalia bilaterale di lieve entità, diffusa e uniforme	N: opacizzazione iniziale da moderata a buona, seguita da nefrografia persistente P: opacizzazione scarsa o normale	Nefromegalia lieve, diffusa e uniforme; corticali renali iperecogene; segno del margine midollare +/-
Amilodiosi renale canina	Nefromegalia di lieve entità, diffusa e uniforme	N: opacizzazione iniziale scarsa seguita da nefrogramma persistente P: normale	Nefromegalia lieve, diffusa e uniforme; corticali renali iperecogene
Linfoma renale felino	Nefromegalia diffusa, uniforme o irregolare	N: aree di parenchima non opacizzato diffuse o focali; può essere normale P: solitamente normale; possibile alterazione del profilo pelvico in presenza di affezioni gravi	Corticali renali iperecogene; noduli corticali ipoecogeni +/-; zona ipoecogena che circonda il parenchima renale +/-
Nefrite interstiziale secondaria a peritonite infettiva felina	Nefromegalia diffusa uniforme o irregolare	N: aree focali di ridotta opacizzazione; può essere normale P: solitamente normale	Corticali renali iperecogene; segno del margine midollare +/-
Ipertrofia renale	Nefromegalia monolaterale diffusa e uniforme; rene controlaterale di dimensioni ridotte o assente	N: normale escludendo la nefromegalia P: normale	Normale escludendo la nefromegalia; è possibile individuare un processo patologico a carico del rene controlaterale
<i>Focale/Multifocale</i>			
Nefropatia policistica	Nefromegalia uniforme o irregolare	N: opacizzazione non uniforme; molteplici difetti di riempimento P: distorsione del sistema collettore in caso di patologia grave	Lesioni anecogene multiple con pareti vicine e lontane ben definite e intensificazione acustica distale; distorsione della forma del rene nelle forme gravi
Neoplasia renale	Solitamente profilo irregolare con perdita della forma normale; mineralizzazione +/-	N: aree irregolari di maggiore o minore opacizzazione P: distorsione od obliterazione del sistema collettore	Massa complessa o solida con un misto variabile di aree ipoecogene ed iperecogene
Ascesso renale	Contorno normale o irregolare; mineralizzazione +/-	N: mancata opacizzazione focale del parenchima P: distorsione del sistema collettore +/-	Aree focali o multifocali di ecogenicità ridotta o complessa
Granuloma renale	Profilo normale o irregolare	N: mancata opacizzazione focale del parenchima P: distorsione del sistema collettore +/-	Aree focali o multifocali di ecogenicità complessa
Ematoma renale	Profilo normale o irregolare	N: mancata opacizzazione focale del parenchima P: distorsione del sistema collettore +/-	Lesioni focali ipoecogene, iperecogene o complesse con risoluzione progressiva nel corso di indagini seriali
Disordini subcapsulari o perirenali			
Pseudocisti perirenali	Nefromegalia grave e uniforme con perdita della forma dell'organo	N: rene di piccole dimensioni senza opacizzazione fra corticale renale e capsula P: normale	Area anecogena subcapsulare che circonda il rene
Ascesso perirenale	Profilo renale irregolare	N: area subcapsulare priva di opacizzazione P: normale	Lesione ipoecogena, iperecogena o complessa adiacente alla corteccia renale
Ematoma perirenale	Profilo renale irregolare	N: area subcapsulare di mancata opacizzazione P: normale	Lesione ipoecogena, iperecogena o complessa adiacente alla corteccia renale
Disordini del sistema collettore			
Idronefrosi	Profilo renale uniforme con perdita della forma normale	N: assottigliamento corticale P: dilatazione della pelvi renale e dei recessi pelvici; dilatazione ureterale +/-	Dilatazione della pelvi renale; il grave stato di idronefrosi appare come un'area anecogena centrale circondata da un bordo di parenchima; recessi pelvici smussi +/-; distensione ureterale +/-
Pielonefrite batterica	Solitamente normale; nefromegalia uniforme +/-	N: opacizzazione iniziale debole o buona seguita da persistenza dell'immagine nefrografica P: dilatazione pelvica e ureterale; diverticoli pelvici smussi e distorti	Dilatazione della pelvi renale caratterizzata da ipoecogenicità o da ecogenicità mista; cortecce renali iperecogene

+/- = può essere presente o assente, N = nefrografia e P = pieloграфия

nel cane) e ipertrofia renale. Anche il linfoma renale felino e la peritonite infettiva felina inducono aumenti di volume senza alterazioni della forma normale (Fig. 1), mentre il profilo dell'organo può apparire uniforme oppure irregolare. In presenza di pseudocisti perirenali e di idronefrosi, il profilo renale regolare è tipicamente liscio, mentre la forma dell'organo può risultare modificata. Altre condizioni quali nefropatia policistica, neoplasia renale e ascesso renale provocano sia l'irregolarità della superficie che la perdita della normale forma dell'organo.

Radiopacità renale

Nella maggior parte dei casi, l'aumento della radiopacità renale è imputabile a nefrocalcinosi o a nefrolitiasi, due condizioni che talvolta è possibile differenziare in base a forma e localizzazione della mineralizzazione.⁵⁷ La nefrocalcinosi appare sotto forma di aree focali o generalizzate di mineralizzazione situate entro il parenchima renale, mentre i calcoli hanno sede nel sistema collettore e possono essere da tondi a ovali o assumere la forma della pelvi renale (calcolo ramificato).⁵⁷ In presenza di neoplasie renali, è possibile che si verifichi la mineralizzazione del parenchima.⁶¹ È importante differenziare la nefrocalcinosi e la calcolosi renali da zone di mineralizzazione presenti in anse intestinali sovrapposte. Per questa ragione, le aree di sospetta mineralizzazione renale devono sempre essere identificate come tali in almeno due proiezioni radiografiche ortogonali.⁵⁷

UROGRAFIA DISCENDENTE

Utilità e limiti

Nella valutazione dei casi di nefromegalia, l'urografia discendente viene utilizzata allo scopo di definire con cura sede, dimensioni e forma dei reni, ricercare l'origine di masse situate nella zona renale, definire meglio l'architettura di corteccia, midollare e pelvi renale, ricercare possibili ostruzioni ureterali o del bacinetto e differenziare le lesioni perirenali dalle lesioni del parenchima.^{55,57,62,63} L'urografia discendente è particolarmente adatta per valutare il sistema collettore. I limiti di questa indagine sono l'inaffidabilità nel differenziare le lesioni solide dalle lesioni cistiche nel parenchima, la dipendenza dalla funzionalità renale per ricavare un risultato di utilità diagnostica e la possibilità di indurre ipersensibilizzazione o effetti collaterali sulla funzionalità dell'organo.⁵⁵

Tecnica

Nella clinica dei piccoli animali, il soggetto viene preparato all'urografia discendente mediante digiuno per 24 ore e somministrazione di clismi di acqua tiepida per ripulire il colon.^{62,63} Gli animali devono essere idratati correttamente (mentre non devono essere somministrati diuretici) prima di applicare la procedura.^{63,64}

Per eseguire l'urografia, si procede all'inoculazione endovenosa di un agente di contrasto idrosolubile in forma



FIGURA 2 - Urografia discendente (proiezione ventrodorsale) in una volpina di Pomerania sterilizzata, di 5 anni di età con pionefrosi a carico del rene sinistro. Si noti la grave distensione della pelvi renale destra, che appare come un'area centrale di minore opacizzazione (frecche). Le immagini nefrografica e pielografica del rene destro erano nella norma.

di bolo. Solitamente, vengono utilizzati agenti di contrasto ionici, quali meglumina diatriziato, meglumina diatriziato sodica o meglumina iotalamato, poiché rispetto agli altri agenti contrastografici, risultano meno costosi e garantiscono una migliore opacizzazione pielografica.⁵⁵ Tuttavia, dato il notevole carico osmotico associato alla somministrazione degli agenti di contrasto ionici, è opportuno evitarne l'uso negli animali con segni di cardiopatia.

In confronto agli agenti di contrasto ionici, i prodotti non ionici (come l'ioexolo) comportano minori probabilità di reazioni avverse,^{65,66} alterano in misura meno marcata l'emodinamica renale⁶⁷ e garantiscono minori rischi di nefrotossicità in soggetti con nefropatie primarie.⁶⁸ Purtroppo, gli agenti di contrasto non ionici sono significativamente più costosi rispetto a quelli ionici.⁶⁹

Si procede alla somministrazione del mezzo di contrasto (850 mg iodio/kg per gli agenti ionici e 350 mg iodio/kg per l'ioexolo). Quindi si esegue l'esame radiografico nelle proiezioni ventrodorsale e laterolaterale immediatamente dopo l'inoculazione e a distanza di 5, 20 e 40 minuti.^{56,59}

Iperazotemia

Lo stato di iperazotemia non costituisce una controindicazione all'esecuzione dell'urografia discendente.^{57,70} Tuttavia, negli animali con ipofunzionalità renale, è necessario utilizzare l'agente di contrasto in dosi anche doppie rispetto al normale per ottenere un grado di opacizzazione adeguato.^{63,71} Il rischio che l'urografia discendente comporti lo sviluppo di insufficienza renale acuta in pre-

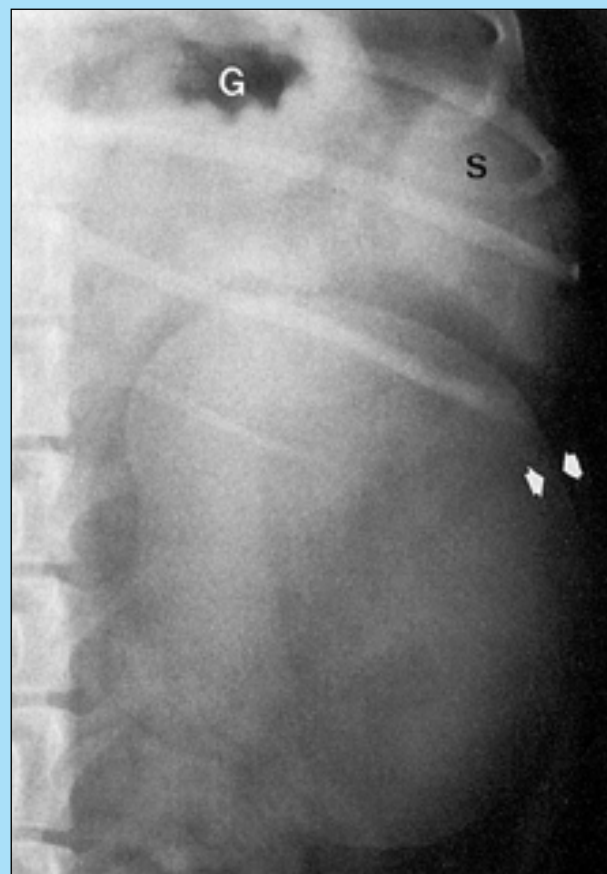


FIGURA 3 - Urografia discendente (proiezione ventrodorsale) in un terrier femmina, sterilizzata, di 3 anni di età, colpita da grave idronefrosi sviluppatasi a 8 mesi di distanza da un intervento di ureteroplastica eseguito per riparare un'avulsione dell'uretere. La pelvi renale è notevolmente distesa ed è circondata soltanto da un sottile strato di parenchima (frecche). G = fondo gastrico, S = milza.

senza di iperazotemia sembra dipendere maggiormente dallo stato di idratazione che dai livelli di azotemia, anche quando vengano somministrate quantità elevate di mezzo di contrasto.^{70,72,73} Tuttavia, occorre rammentare che la qualità dell'esame in un soggetto iperazotemico può essere insufficiente a fornire informazioni diagnostiche, soprattutto quando l'iperazotemia non derivi da un'uropatia ostruttiva.⁷⁰ Pertanto, negli animali con innalzamenti significativi dell'azotemia occorre prendere in considerazione altre tecniche di diagnostica per immagini (come l'ecografia).

Urografia discendente normale

L'urografia discendente comprende due fasi principali, ovvero la nefrografia e la pielografia. La prima inizia con una fase vascolare, in cui si verifica l'opacizzazione del rene corrispondente all'accumulo del mezzo di contrasto nei vasi renali durante i primi 10-12 secondi che seguono l'inoculazione.⁷⁴ A questo stadio, l'adeguata opacizzazione del parenchima renale suggerisce la probabile assenza di problemi di perfusione dell'organo (ad es. ipotensione sistemica e trombosi dell'arteria renale).⁷⁴ All'inizio della fase vascolare, la radiopacità della corteccia renale appare superiore a quella della midollare.⁶³ Immediatamente do-

po la fase vascolare, il mezzo di contrasto si accumula all'interno dei tubuli renali, con conseguente opacizzazione uniforme del rene che raggiunge il massimo livello entro 10-20 secondi dall'inoculazione e quindi si riduce progressivamente nell'arco di 1-3 ore.⁶³

La fase pielografica è caratterizzata dall'opacizzazione di pelvi renale, diverticoli pelvici e ureteri. Negli animali con funzionalità renale normale, la migliore visualizzazione del bacinetto e degli ureteri si ha dopo 5-20 minuti dall'inoculazione del mezzo di contrasto.^{59,74} Nei soggetti con ipofunzionalità renale, la visualizzazione del sistema collettore è tardiva ed è possibile che occorra attendere fino a 1-2 ore dall'iniezione.⁷⁴

Reperti anomali dell'urografia discendente

Nella Tabella 1 vengono riassunti i reperti specifici dell'urografia discendente associati a patologie che provocano nefromegalia nei piccoli animali. La scarsa opacizzazione iniziale del parenchima renale seguita da persistenza di immagini radiografiche renali chiare suggerisce la presenza di ostruzione cronica del tratto urinario o glomerulopatia cronica.^{57,75} L'opacizzazione iniziale accettabile o di buona qualità seguita da persistenza della radiopacità renale è indice di insufficienza renale acuta, ostruzione ureterale acuta, pielonefrite acuta, ipotensione sistemica oppure insufficienza renale acuta indotta dal mezzo di contrasto.^{57,75} L'opacizzazione non uniforme del parenchima renale indica patologie quali nefropatia policistica, neoplasia renale, peritonite infettiva felina, ascesso, granuloma o ematoma renale.

L'identificazione di un rene di dimensioni normali circondato da una zona subcapsulare non opacizzata suggerisce la presenza di pseudocisti, ascessi o ematomi perirenali. La dilatazione lieve o moderata della pelvi renale è indice di pielonefrite o di idronefrosi, mentre la dilatazione di notevole entità è indicativa sia di idronefrosi che di pionirosi (Fig. 2). Negli animali con idronefrosi grave, le immagini radiografiche consentono di visualizzare soltanto un sottile margine di opacizzazione (Fig. 3).

ESAME ECOGRAFICO

Utilità e limiti

Nella valutazione della nefromegalia, l'indagine ecografica rappresenta un mezzo rapido, non invasivo e sovente specifico per esaminare i reni. Analogamente all'urografia discendente, l'esame ecografico consente di definire con maggiore cura sede, dimensioni e forma dei reni, ricercare l'origine di masse situate nell'area dell'organo, valutare la struttura di corticale, midollare e pelvica, individuare eventuali ostruzioni a livello di pelvi renale e/o uretra e differenziare le lesioni perirenali da quelle parenchimali.⁵⁵

A differenza dell'urografia discendente, l'esame ecografico non comporta effetti collaterali e può essere eseguito efficacemente in animali con scarsa funzionalità renale. Inoltre, l'indagine ecografica è più specifica di quella urografica nella valutazione della nefromegalia poiché permette di differenziare costantemente le lesioni parenchimali solide dalle forme cistiche e di caratterizzare con



FIGURA 4 - Immagine ecografica longitudinale del fegato e del rene destro in un gatto maschio di razza Maine coon, di 18 mesi di vita, colpito da linfoma renale bilaterale. Si noti l'iperecogenicità della corteccia renale (C) rispetto alla midollare renale (M) e al fegato. Inoltre, il profilo renale è leggermente irregolare. (Per gentile concessione di David Biller, DVM, Department of Clinical Sciences, Kansas State University)



FIGURA 5 - Immagine ecografica longitudinale del rene sinistro nel gatto della Figura 1 affetto da linfoma renale. La corteccia renale è iperecogena ma contiene un singolo nodulo ipoecogeno (N). La sottile area di ipoecogenicità che circonda il parenchima renale (freccia) può rappresentare un'emorragia oppure una popolazione uniforme di linfociti neoplastici.

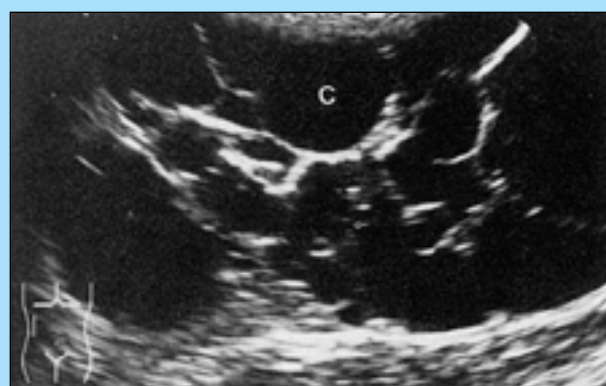


FIGURA 6 - Immagine ecografica longitudinale del rene destro in un gatto Himalaiano affetto da nefropatia policistica. Il parenchima renale normale è stato completamente dislocato dalla presenza di un gran numero di cisti anecogene (C). (Gentile concessione di David Biller, DVM, Department of Clinical Sciences, Kansas State University)



FIGURA 7 - Immagine ecografica sagittale in proiezione obliqua del rene destro in una gatta persiana di 6 anni di età con pseudocisti perirenali bilaterali. Fra la capsula renale (freccia) e il rene destro (K) è presente una vasta area anecogena costituita da liquido.

cura la struttura interna del parenchima renale e del sistema collettore prossimale.^{76,77}

I principali svantaggi dell'esame ecografico comprendono la scarsa capacità di fornire informazioni circa la funzionalità renale, l'inferiorità rispetto all'urografia discendente nella valutazione delle patologie ureterali e il fatto che la qualità dell'indagine dipende fortemente da chi la esegue.^{53,76,78}

Ecografia renale normale

La valutazione ecografica di un rene ingrossato comprende l'esame strutturale dei settori corticale e midollare e del sistema collettore e il controllo dell'ecogenicità dei primi due.⁷⁶ Nell'organo normale, il grasso presente nel seno renale dimostra il maggiore grado di ecogenicità, seguito dalla zona corticale e quindi dalla midollare.^{79,80} In cani e gatti normali, l'ecogenicità della corticale renale è inferiore a quella della milza e inferiore o uguale a quella del fegato.⁷⁶ L'ecogenicità corticale varia maggiormente nel gatto che nel cane, probabilmente a causa della variabilità del contenuto in grasso nelle cellule tubulari prossimali dei felini.⁸¹

Nel gatto normale, la lunghezza ecografica dei reni (misurata da un polo all'altro) viene considerata normale quando è compresa fra 3,0 e 4,3 cm.⁸² Nel cane sono stati segnalati in precedenza valori normali di dimensioni renali determinati per via ecografica sulla base del peso corporeo⁸³; tuttavia, la lunghezza dei reni appare piuttosto variabile fra cani di peso corporeo simile.

Reperti ecografici anomali a carico del rene

Nella Tabella 1 vengono riassunti i reperti ecografici specifici associati a patologie che provocano nefromegalia nei piccoli animali. L'iperecogenicità della corteccia renale (Fig. 4) è il reperto ecografico più comune ma anche il meno specifico in corso di patologie diffuse del parenchima

renale. Questa manifestazione è stata associata a insufficienza renale acuta, intossicazione da glicol etilenico, amiloidosi renale, linfoma renale felino, nefrite piogranulomatosa secondaria a peritonite infettiva felina e pielonefrite.^{76,84-88} Il segno del margine midollare renale, caratterizzato da una linea ecogena a livello della giunzione cortico-midollare, è stato osservato in animali colpiti da intossicazione da glicol etilenico, nefropatia ipercalcemica, nefrite piogranulomatosa secondaria a peritonite infettiva felina e necrosi tubulare acuta; in alcuni gatti, questo segno può costituire un reperto normale.⁸⁹

Le lesioni parenchimatose focali o multifocali possono essere anecogene, ipoecogene o iperecogene rispetto al parenchima renale normale. Le lesioni focali iperecogene suggeriscono la presenza di neoplasie renali, ascessi o granulomi, mentre quelle ipoecogene sono state associate a linfoma renale felino (Fig. 5), ascessi ed ematomi.^{48,76,77} Le neoplasie renali diverse dal linfoma renale felino producono tipiche lesioni dotate di ecogenicità complessa che alterano la normale struttura del rene.^{30,77} Le cisti vengono rilevate come strutture anecogene rotonde, dotate di margine netto che sono all'origine di rafforzamento acustico distale⁹⁰ (Fig. 6).

L'idronefrosi è caratterizzata ecograficamente dalla dilatazione della pelvi renale, che appare come un'area anecogena al centro della midollare circondata da grasso nel seno renale.^{76,77} Nei casi di idronefrosi di grave entità, si visualizza un sacco anecogeno circondato da un sottile margine di tessuto corticale. Nei cani sottoposti a fluidoterapia endovenosa, talvolta si può osservare una lieve distensione della pelvi renale che deve essere differenziata dall'idronefrosi.⁹¹

La pielonefrite è stata associata a dilatazione lieve o moderata della pelvi renale e del settore prossimale degli ureteri e ad iperecogenicità della corticale renale⁸⁸ ma spesso non è differenziabile da forme lievi di idronefrosi unicamente sulla base dell'aspetto ecografico.

Le pseudocisti perirenali vengono rilevate come un'area anecogena che circonda il rene²⁶ (Fig. 7), mentre gli ascessi e gli ematomi localizzati nella stessa sede sono caratterizzati da un'ecogenicità non omogenea di estensione variabile in zona subcapsulare. Nei gatti con linfoma renale, talvolta è presente una zona ipoecogena intorno al parenchima renale (Fig. 5) che può corrispondere a un'emorragia perirenale,⁹² ma può anche contenere linfociti neoplastici.

ASPIRAZIONE CON AGO SOTTILE E PRELIEVO BIOPTICO

I reperti radiografici ed ecografici consentono di accorciare l'elenco delle diagnosi differenziali di nefromegalia e forniscono la diagnosi definitiva nei casi di nefropatia policistica, pseudocisti perirenali o idronefrosi. Tuttavia, in molti soggetti con aumento del volume renale (soprattutto quelli con nefropatie parenchimatose di natura non cistica), è necessario ricorrere all'aspirazione con ago sottile o al prelievo biotico per formulare una diagnosi definitiva che spesso è fondamentale per stabilire tipo di trattamento e prognosi.

Aspirazione con ago sottile

A livello del parenchima renale, l'aspirazione con ago sottile viene praticata servendosi di un ago da 22 o 25 G raccordato a siringhe da 6-20 ml, sia direttamente che mediante un breve tubicino che consente di muovere l'ago indipendentemente dalla siringa stessa.⁹³ L'aspirazione con ago sottile di tessuto renale è un sistema meno costoso, più rapido e legato a un minore numero di complicazioni sia rispetto all'agobiopsia a core che alla biopsia chirurgica.^{94,95} Nella maggior parte dei casi, i piccoli animali tollerano la manovra anche in stato di veglia o di leggera sedazione. Gli autori normalmente non eseguono di routine il controllo dell'emostasi prima di procedere alla biopsia con ago sottile. L'esame citologico dei campioni prelevati con questo metodo è particolarmente utile per valutare i disordini la cui diagnosi non richiede la visualizzazione dell'architettura tissutale (ad es. linfoma renale, nefrite piogranulomatosa secondaria a peritonite infettiva, ascesso renale e nefropatia cistica).^{95,96} L'aspirazione con ago sottile può essere applicata anche per prelevare un campione da destinare all'esame colturale quando si sospetti la presenza di un processo infettivo.

Agobiopsia a core

A livello renale, l'agobiopsia a core viene eseguita per via percutanea alla cieca, attraverso una piccola breccia, mediante laparoscopia o sotto guida ecografica. Gli aghi che comunemente si utilizzano sono di vario tipo e comprendono aghi da biopsia Tru-cut semplici e a molla.^{95,97} La biopsia renale percutanea alla cieca può essere tentata quando sia possibile immobilizzare il rene mediante palpazione addominale. La tecnica viene applicata con maggiore frequenza nel gatto poiché in questa specie la mobilità dei reni in ambito addominale è maggiore che nel cane (e quindi gli organi sono più facili da immobilizzare manualmente).⁹⁵

La biopsia attraverso una piccola breccia si adopera occasionalmente nel cane, ma richiede un operatore esperto per ottenere senza rischi risultati adeguati.⁹⁶ La biopsia eseguita per via laparoscopica offre il vantaggio di visualizzare i reni prima di procedere al prelievo (aspetto importante in presenza di lesioni focali o multifocali), ma richiede attrezzature speciali ed esperienza.

La biopsia renale guidata dall'ecografia è una tecnica veloce, sicura e precisa per eseguire prelievi biotici da lesioni renali sia focali che diffuse.^{98,99} Questo metodo consente all'operatore di osservare l'inserimento dell'ago in ambito renale, garantendo in tale modo l'accuratezza e fornendo un mezzo per rilevare eventuali emorragie post-biopsia.³⁴ Lo sviluppo recente di dispositivi automatizzati per la biopsia ha migliorato sia la sicurezza che la qualità dei campioni ottenuti mediante prelievo biotico guidato da ecografia.^{97,100,101}

Prima di procedere alla biopsia, è necessario eseguire uno screening dell'emostasi, che comprende conteggio piastrinico, tempo di sanguinamento della mucosa orale e tempo di coagulazione attivata oppure un profilo completo della coagulazione (comprendente tempo di protrombina [PT] e tempo di tromboplastina parziale attivata

[APTT]). La biopsia renale percutanea è controindicata in presenza di una coagulopatia.

Al termine della biopsia renale, è necessario ristabilire la diuresi mediante inoculazione endovenosa di liquidi per un periodo compreso fra 12 e 24 ore allo scopo di ridurre al minimo la formazione di coaguli ematici che potrebbero portare a ostruzioni e sviluppo di idronefrosi.^{35,97} Il reperto di ematuria microscopica è frequente nell'arco delle 48 ore che seguono la biopsia renale, mentre il riscontro di ematuria macroscopica è raro.³⁵ La complicazione più comune della biopsia renale percutanea è lo sviluppo di emorragie localizzate di scarsa entità che si verifica nel 7% circa dei soggetti sottoposti alla tecnica guidata da ecografia.³⁴ La comparsa di emorragie copiose post-biopsia è una complicazione rara della biopsia eseguita sotto guida ecografica; infatti, secondo un recente studio retrospettivo si verifica appena in un caso su 70.³⁴

Nel corso delle prime 12 ore seguenti la biopsia, occorre controllare colore delle mucose, tempo di riempimento capillare, frequenza e qualità del polso. Quando si sospetti un'emorragia, è possibile valutarne l'entità eseguendo determinazioni seriali del valore ematocrito e/o ripetuti esami ecografici. In caso di emorragia copiosa, spesso il sangue si raccoglie in posizione subcapsulare, formando un ematoma perirenale che in genere si risolve senza ricorrere a terapie.⁹⁵

CONCLUSIONE

Benché lo stato di nefromegalia possa conseguire a un gran numero di processi fisiopatologici, la valutazione attenta dei dati anamnestici e dei reperti clinici, di laboratorio e radiografici consente di restringere l'elenco delle diagnosi differenziali che occorre considerare. Quindi, ricorrendo ad esami quali urografia discendente, ecografia addominale, aspirazione con ago sottile e biopsia renale sarà possibile caratterizzare in modo più completo le lesioni renali e spesso formulare una diagnosi definitiva.

Note sugli Autori

I Dr. i Grooters, Cuypers, Williams, Partington e Pechman sono affiliati al Department of Veterinary Clinical Sciences, School of Veterinary Medicine, Louisiana State University, Baton Rouge, Louisiana. Il Dr. Grooters è Diplomate of the American College of Veterinary Internal Medicine e i Dr. i Williams, Partington e Pechman sono Diplomates of the American College of Veterinary Radiology.

Bibliografia

1. Robinson GW: Uterus unicornis and unilateral renal agenesis in a cat. JAVMA 147:516-518, 1965.
2. Dean PW, Bojrab MJ, Constantinescu GM: Canine ectopic ureter. Compend Contin Educ Pract Vet 10(2):146-157, 1988.
3. McLoughlin MA, Hauptman JG, Spaulding K: Canine ureterocele: A case report. JAAHA 25:699-706, 1989.
4. North DC: Hydronephrosis and hydroureter in a kitten—A case report. J Small Anim Pract 19:237-240, 1978.
5. Breitschwerdt EB, Olivier NB, King GK, Pavletic MM: Bilateral hydronephrosis and hydroureter in a dog associated with congenital urethral stricture. JAAHA 18:799-803, 1982.
6. Frimberger AE, Moore AS, Schelling SH: Treatment of nephroblastoma.

- ma in a juvenile dog. JAVMA 207:596-598, 1995.
7. Moon ML, Davenport DJ: What's your diagnosis? (Nephroblastoma in a cat). JAVMA 191:1491-1492, 1987.
 8. Takeda T, Makita T, Nakamura N, Horie H: Congenital mesoblastic nephroma in a dog: A benign variant of nephroblastoma. Vet Pathol 26:281-282, 1989.
 9. Biller DS, DiBartola SP: Familial renal disease in cats, in Bonagura JD, Kirk RW (eds): Current Veterinary Therapy. XII. Philadelphia, WB Saunders Co, 1995, pp 977-979.
 10. Biller DS, DiBartola SP, Eaton KA, et al: Inheritance of polycystic kidney disease in Persian cats. J Hered 87:1-5, 1996.
 11. McKenna SC, Carpenter JL: Polycystic disease of the kidney and liver in the cairn terrier. Vet Pathol 17:436-442, 1980.
 12. Burrows AK, Malik R, Hunt GB, et al: Familial polycystic kidney disease in bull terriers. J Small Anim Pract 35:364-369, 1994.
 13. Evermann JF, Henry CJ, Marks SL: Feline infectious peritonitis. JAVMA 206:1130-1134, 1995.
 14. DiBartola SP: Diseases of the kidney, in Sherding RG (ed): The Cat: Diseases and Clinical Management, ed 2. New York, Churchill Livingstone, 1994, pp 1711-1768.
 15. Ewing GO, Suter PF, Bailey C: Hepatic insufficiency associated with congenital anomalies of the portal vein in dogs. JAAHA 10:463-476, 1974.
 16. VanGundy TE, Boothe HW, Wolf A: Results of surgical management of feline portosystemic shunts. JAAHA 26:55-62, 1990.
 17. Chisholm WH: Feline hydronephrosis. Can Vet J 29:592, 1988.
 18. Robotham GR: Unilateral hydronephrosis in a cat. Feline Pract 8:23-28, 1978.
 19. Crow SE: Urinary tract neoplasms in dogs and cats. Compend Contin Educ Pract Vet 7(8):607-618, 1985.
 20. Mooney SC, Hayes AA, Matus RE, MacEwen EG: Renal lymphoma in cats: 28 cases (1977-1984). JAVMA 191:1473-1477, 1987.
 21. Klein MK, Cockerell GL, Harris CK, et al: Canine primary renal neoplasms: A retrospective review of 54 cases. JAAHA 24:443-452, 1988.
 22. Peterson ME, Taylor RS, Greco DS, et al: Acromegaly in 14 cats. J Vet Intern Med 4:192-201, 1990.
 23. DiBartola SP, Tarr MJ, Webb DM, Giger U: Familial renal amyloidosis in Chinese shar pei dogs. JAVMA 197:483-487, 1990.
 24. Perry W: Generalised nodular dermatofibrosis and renal cystadenoma in a series of 10 closely related German shepherd dogs. Aust Vet Pract 25:90-93, 1995.
 25. Lium B, Moe L: Hereditary multifocal renal cystadenocarcinomas and nodular dermatofibrosis in the German shepherd dog: Macroscopic and histopathologic changes. Vet Pathol 22:447-455, 1985.
 26. DiBartola SP, Westropp J: Perinephric pseudocysts, in August JR (ed): Consultations in Feline Internal Medicine III. Philadelphia, WB Saunders Co, 1997, pp 341-344.
 27. Biller DS, Chew DJ, DiBartola SP: Polycystic kidney disease in a family of Persian cats. JAVMA 196:1288-1290, 1990.
 28. DiBartola SP: Renal amyloidosis in dogs and cats, in Bonagura JD, Kirk RW (eds): Current Veterinary Therapy. XII. Philadelphia, WB Saunders Co, 1995, pp 823-826.
 29. Norris AM, Lanig EJ, Valli VEO, et al: Canine bladder and urethral tumors: A retrospective study of 115 cases (1980-1985). J Vet Intern Med 6:145, 1992.
 30. Konde LJ, Wrigley RH, Park RD, Lebel J: Sonographic appearance of renal neoplasia in the dog. Vet Radiol 26:74-81, 1985.
 31. Potkay S, Garman R: Nephroblastoma in a cat: The effects of nephrectomy and occlusion of the caudal vena cava. J Small Anim Pract 10:345-349, 1969.
 32. Brace JJ: Hydronephrosis, in Kirk RW (ed): Current Veterinary Therapy. VII. Philadelphia, WB Saunders Co, 1980, pp 1073-1074.
 33. Thun R, Smith CW, Goodale RH, et al: Iatrogenic hydronephrosis in a bitch. JAVMA 167:388-390, 1975.
 34. Leveille R, Partington BP, Biller DS, Miyabayashi T: Complications after ultrasound-guided biopsy of abdominal structures in dogs and cats: 246 cases (1984-1991). JAVMA 203:413-415, 1993.
 35. Jeraj K, Osborne CA, Stevens JB: Evaluation of renal biopsy in 197 dogs and cats. JAVMA 181:367-369, 1982.
 36. Day DG, Bailey MQ, Evans KL, et al: Postoperative evaluation of renal function after surgical correction of a ureterovaginal fistula in a cat. JAVMA 202:104-106, 1993.
 37. DiBartola SP, Tarr MJ, Parker AT, Powers JD: Clinicopathologic findings in dogs with renal amyloidosis: 59 cases (1976-1986). JAVMA 195:358-364, 1989.
 38. Nafe LA, Herron AJ, Burk RL: Hypertrophic osteopathy in a cat associated with renal papillary adenoma. JAAHA 17:659-662, 1981.
 39. Caywood DD, Osborne CA, Stevens JB, et al: Hypertrophic osteopathy associated with an atypical nephroblastoma in a dog. JAAHA 16:855-865, 1980.
 40. Grauer GF, Lane IF: Acute renal failure, in Ettinger SJ, Feldman EC (eds): Textbook of Veterinary Internal Medicine. Philadelphia, WB Saunders Co, 1995, pp 1720-1733.
 41. Allen TA, Jaenke RS: Pyelonephritis in the dog. Compend Contin Educ Pract Vet 7(5):421-428, 1985.
 42. Finco DR: Obstructive uropathy and hydronephrosis, in Osborne CA, Finco DR (eds): Canine and Feline Nephrology and Urology. Baltimore, Williams & Wilkins, 1995, pp 889-894.
 43. Weller RE, Stann SE: Renal lymphosarcoma in the cat. JAAHA 19:363-367, 1983.
 44. Crow SE, Allen DP, Murphy CJ, Culbertson R: Concurrent renal adenocarcinoma and polycythemia in a dog. JAAHA 31:29-33, 1995.
 45. Gorse MJ: Polycythemia associated with renal fibrosarcoma in a dog. JAVMA 192:793-794, 1988.
 46. Ketring KL, Glaze MB: Atlas of Feline Ophthalmology. Trenton, NJ, Veterinary Learning Systems, 1994.
 47. Crow SE, Lauerma LH, Smith KW: Pyonephrosis associated with Salmonella infection in a dog. JAVMA 169:1324-1326, 1976.
 48. Konde LJ, Lebel JL, Park RD, Wrigley RH: Sonographic application in the diagnosis of intraabdominal abscess in the dog. Vet Radiol 27:151-154, 1986.
 49. Waters DJ, Prueter JC: Secondary polycythemia associated with renal disease in the dog: Two case reports and review of the literature. JAAHA 24:109-114, 1988.
 50. Lappin MR, Latimer KS: Hematuria and extreme neutrophilic leukocytosis in a dog with renal tubular carcinoma. JAVMA 192:1289-1292, 1988.
 51. Thrall MA, Grauer GF, Dial SM: Antifreeze poisoning, in Bonagura JD, Kirk RW (eds): Current Veterinary Therapy. XII. Philadelphia, WB Saunders Co, 1995, pp 232-237.
 52. Goldsmid SE, Bellenger CR, Watson ADJ, et al: Renal transitional cell carcinoma in a dog. JAAHA 28:241-244, 1992.
 53. Crow SE, Bell TG, Wortman JA: Hematuria associated with renal hemangiosarcoma in a dog. JAVMA 176:531-533, 1980.
 54. Feeney DA, Johnston GR: The kidneys and ureters, in Thrall DE (ed): Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology, ed 2. Philadelphia, WB Saunders Co, 1994, pp 442-458.
 55. Rivers BJ, Johnston GR: Diagnostic imaging strategies in small animal nephrology. Vet Clin North Am Small Anim Pract 26:1505-1517, 1996.
 56. Triolo AJ, Miles KG: Renal imaging techniques in dogs and cats. Vet Med 90:959-966, 1995.
 57. Ackerman N: Radiology and Ultrasound of Urogenital Diseases in Dogs and Cats. Ames, IA, Iowa State University Press, 1991.
 58. Finco DR, Stiles NS, Kneller SK, et al: Radiologic estimation of kidney size of the dog. JAVMA 159:995-1002, 1971.
 59. Feeney DA, Thrall DE, Barber DL, et al: Normal canine excretory urogram: Effects of dose, time, and individual dog variation. Am J Vet Res 40:1596-1604, 1979.
 60. Root CR: Abdominal masses: The radiographic differential diagnosis. J Am Vet Radiol Soc 15:26-43, 1974.
 61. Lord PF, Scott RC, Chan KF: Intravenous urography for evaluation of renal diseases in small animals. JAAHA 10:139-152, 1974.
 62. Watters JW: Urinary tract radiography—Kidneys and ureters. Compend Contin Educ Pract Vet 2(3):224-230, 1980.
 63. Feeney DA, Barber DL, Johnston GR, Osborne CA: The excretory urogram: Part I Techniques, normal radiographic appearance, and misinterpretation. Compend Contin Educ Pract Vet 4(3):233-240, 1982.
 64. Katzberg RW, Morris TW, Schulman G, et al: Reactions to intravenous contrast media: Part I. Severe and fatal cardiovascular reactions in a canine dehydration model. Radiology 147:327-330, 1983.
 65. Siegle RL, Halvorsen RA, Dillon J, et al: The use of iohexol in patients with previous reactions to ionic contrast material. Invest Radiol 26:411-416, 1991.
 66. Wolf GL, Mishkin MM, Roux SG, et al: Comparison of the rates of adverse drug reactions: Ionic contrast agents, ionic agents combined with steroids, and nonionic agents. Invest Radiol 26:404-410, 1991.
 67. Katzberg RW, Morris TW, Lasser EC, et al: Acute systemic and renal hemodynamic effects of meglumine/sodium diatrizoate 76% and iopamidol in euvolemic and dehydrated dogs. Invest Radiol 21:793-797, 1986.
 68. Rudnick MR, Goldfarb S, Wexler L, et al: Nephrotoxicity of ionic and nonionic contrast media in 1196 patients: A randomized trial. Kidney Int 47:254-261, 1995.
 69. Gavant ML: Low-osmolar contrast media in the 1990's: Guidelines for urography in a cost-sensitive environment. Invest Radiol 28:S13-S19, 1993.
 70. Thrall D, Finco D: Canine excretory urography: Is quality a function of BUN? JAAHA 12:446-450, 1976.

71. Ackerman N: Intravenous pyelography—Interpretation of the study. *JAAHA* 10:281-284, 1974.
72. Eisenberg R, Bank W, Hedgcock M: Renal failure after major angiography. *Am J Med* 68:43-46, 1980.
73. Feeney D, Johnston G: Urogenital imaging: A practical update. *Semin Vet Med Surg (Small Anim)* 1:144-164, 1986.
74. Kneller SK: Role of the excretory urogram in the diagnosis of renal and ureteral disease. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 4:843-861, 1974.
75. Feeney DA, Barber DL, Osborne CA: The functional aspects of the nephrogram in excretory urography: A review. *Vet Radiol* 23:42-45, 1982.
76. Grooters AM, Biller DS: Ultrasonographic findings in renal disease, in Bonagura JD, Kirk RW (eds): *Current Veterinary Therapy*. XII. Philadelphia, WB Saunders Co, 1995, pp 933-936.
77. Konde LJ, Park RD, Wrigley RH, Lebel JL: Comparison of radiography and ultrasonography in the evaluation of renal lesions in the dog. *JAVMA* 188, 1420-1425, 1986.
78. Feeney DA, Johnston GR, Walter PA: Ultrasonography of the kidney and prostate gland: Has gray-scale ultrasonography replaced contrast radiography? *Probl Vet Med* 3:619-646, 1991.
79. Konde LJ, Wrigley RH, Park RD, Lebel JL: Ultrasonographic anatomy of the normal canine kidney. *Vet Radiol* 25:173-178, 1984.
80. Walter PA, Johnston GR, Feeney DA, O'Brien TD: Renal ultrasonography in healthy cats. *Am J Vet Res* 48:600-607, 1987.
81. Yeager AE, Anderson WI: Study of association between histologic features and echogenicity of architecturally normal cat kidneys. *Am J Vet Res* 50:860-863, 1989.
82. Walter PA, Feeney DA, Johnston GR, Fletcher TF: Feline renal ultrasonography: Quantitative analyses of imaged anatomy. *Am J Vet Res* 48:596-599, 1987.
83. Barr FJ, Holt PE, Gibbs C: Ultrasonographic measurement of normal renal parameters. *J Small Anim Pract* 31:180-184, 1990.
84. Walter PA, Johnston GR, Feeney DA, O'Brien TD: Ultrasonographic evaluation of renal parenchymal diseases in dogs: 24 cases (1981-1986). *JAVMA* 192:92-98, 1988.
85. Walter PA, Feeney DA, Johnston GR, O'Leary TP: Ultrasonographic evaluation of renal parenchymal diseases in dogs: 32 cases (1981-1986). *JAVMA* 191:999-1007, 1987.
86. Adams WH, Toal RL, Breider MA: Ultrasonographic findings in dogs and cats with oxalate nephrosis attributed to ethylene glycol intoxication: 15 cases (1984-1988). *JAVMA* 199:492-496, 1991.
87. Barber DL, Finco DR: Radiographic findings in induced bacterial pyelonephritis in dogs. *JAVMA* 175:1183-1190, 1979.
88. Neuwirth L, Mahaffey M, Crowell W, et al: Comparison of excretory urography and ultrasonography for detection of experimentally induced pyelonephritis in dogs. *Am J Vet Res* 54:660-669, 1993.
89. Biller DS, Bradley GA, Partington BP: Renal medullary rim sign: Ultrasonographic evidence of renal disease. *Vet Radiol* 33:286-290, 1992.
90. Grossman H, Rosenberg ER, Bowie JD, et al: Sonographic diagnosis of renal cystic diseases. *Am J Roentgenol* 140:81-85, 1983.
91. Pugh CR, Schelling CG, Moreau RE, Golden D: Ultrasound corner: Iatrogenic renal pyelectasia in the dog. *Vet Radiol* 35:50-51, 1994.
92. Bush M, Montali RJ, James AE: Subcapsular hematomas associated with renal lymphoma in a cat: A radiographic study. *Am J Vet Res* 14:27-31, 1973.
93. Papageorges M, Gavin PR, Sande RD, Barbee DD: Ultrasound-guided fine-needle aspiration: An inexpensive modification of the technique. *Vet Radiol* 29:269-271, 1988.
94. Menard M, Fontaine M, Morin M: Fine needle aspiration biopsy of malignant tumors in dogs and cats: A report of 102 cases. *Can Vet J* 27:504-510, 1986.
95. Osborne CA, Polzin DJ, Johnston GR: Percutaneous needle biopsy of the kidney. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 26:1461-1504, 1996.
96. DiBartola SP: Clinical approach and laboratory evaluation of renal disease, in Ettinger SJ, Feldman EC (eds): *Textbook of Veterinary Internal Medicine*. Philadelphia, WB Saunders Co, 1995, pp 1706-1719.
97. Ross LA, Penninck D: Renal biopsy using an automated biopsy device, in Bonagura JD, Kirk RW (eds): *Current Veterinary Therapy*. XII. Philadelphia, WB Saunders Co, 1995, pp 940-942.
98. Hager DA, Nyland TG, Fisher P: Ultrasound-guided biopsy of the canine liver, kidney, and prostate. *Vet Radiol* 26:82-88, 1985.
99. Barr F: Percutaneous biopsy of abdominal organs under ultrasound guidance. *J Small Anim Pract* 36:105-113, 1995.
100. Hoppe FE, Hager DA, Poulos PW, et al: A comparison of manual and automated ultrasound-guided biopsy techniques. *Vet Radiol* 27:99-101, 1986.
101. Pokieser P, Kain R, Helbich T, et al: Renal biopsy: In vitro and in vivo comparison of a new automatic biopsy device and conventional biopsy systems. *Radiology* 186:573-576, 1993.