

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA

**URETEROLITÍASE POR OXALATO DE CÁLCIO EM FELINOS: DIAGNÓSTICO E
TRATAMENTO**

Flávia Vargas

Porto Alegre

2014/2

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE VETERINÁRIA

**URETEROLITÍASE POR OXALATO DE CÁLCIO EM FELINOS: DIAGNÓSTICO E
TRATAMENTO**

Autora: Flávia Vargas

**Monografia apresentada à
Faculdade de Veterinária como
requisito parcial para obtenção da
Graduação em Medicina
Veterinária**

**Orientadora: Prof^a. Dr^a. Fernanda
Vieira Amorim da Costa
Coorientadora: Tatiane da Silva
Mottin**

Porto Alegre

2014/2

RESUMO

O diagnóstico da ureterolitíase é relativamente recente, com os primeiros casos relatados na década de 90. Desde lá, sua casuística vem aumentando, constituindo-se em uma importante doença na população de felinos domésticos. Em torno de 98% dos ureterólitos felinos são compostos por oxalato de cálcio, um mineral formado a partir da supersaturação urinária com cálcio e ácido oxálico. Seu exato mecanismo de formação ainda é desconhecido, entretanto, fatores ambientais, nutricionais e genéticos parecem estar envolvidos. Os principais fatores de risco incluem idade entre 7 a 10 anos, ingestão de dietas acidificantes, raças de pelo longo, hipercalcemia, hiperoxalúria e ingestão elevada de proteínas. A obstrução ureteral causa interrupção do fluxo urinário, acarretando diminuição na taxa de filtração glomerular, hidronefrose e posterior fibrose e atrofia. Os sinais clínicos são geralmente inespecíficos, tornando-se mais evidentes quando ocorre azotemia, associada à perda da função renal. O diagnóstico é realizado, na maioria das vezes, por uma associação entre radiografia e ultrassonografia, entretanto, outros exames diagnósticos podem ser utilizados, como urografia excretora, pielografia anterógrada percutânea, tomografia computadorizada e cintilografia renal. O tratamento tradicional é realizado de forma conservadora (fluidoterapia em associação com diuréticos e antagonistas alfa-adrenérgicos) ou cirúrgica (ureterotomia, nefroureterectomia, ureteroneocistotomia). Procedimentos cirúrgicos apresentam considerável taxa de mortalidade e complicações, incluindo extravazamento urinário e reobstrução devido ao edema formado ou estenose ureteral. Técnicas urológicas minimamente invasivas têm surgido como uma alternativa diagnóstica e terapêutica para as afecções do ureter, envolvendo o uso de fluoroscopia e endoscopia. Incluem a colocação de *stents* ureterais e tubos de nefrostomia percutânea, litotripsia extracorpórea por ondas de choque e nefroureterolitotomia percutânea. Essas técnicas diminuem consideravelmente as complicações associadas às cirurgias tradicionais, assim como podem estabilizar pacientes debilitados, antes de sofrerem procedimentos mais invasivos. O presente trabalho tem a finalidade de realizar uma revisão bibliográfica sobre a ureterolitíase felina, com enfoque na descrição das novas técnicas minimamente intervencionistas que vem sendo utilizadas nos pacientes felinos.

Palavras-chave: ureterolitíase felina, urólitos de oxalato de cálcio, obstrução ureteral, técnicas minimamente invasivas.

ABSTRACT

The diagnosis of ureterolithiasis is recent, with the first cases reported in the 90's. Since then, their casuistry is increasing, becoming an important disease in the population of domestic cats. Approximately 98% of cats' ureteral stones are composed of calcium oxalate, shaped by a mineral supersaturating urine with calcium and oxalic acid. The exact formation mechanism is still unknown; however, environmental, nutritional and genetic factors seem to be involved. The main risk factors include age from seven to ten years, intake of acidifying diets, longhaired breeds, hypercalcemia, hyperoxaluria and high protein intake. Ureteral obstruction cause interruption of urine flow, causing a decrease in glomerular filtration rate (GFR), hydronephrosis and subsequent fibrosis and atrophy. Clinical signs are usually nonspecific, becoming more evident when azotemia is associated with loss of renal function. The diagnostic, most of the time, is obtained by an association between radiography and ultrasonography, however, other diagnostic tests can be used as excretory urography, percutaneous antegrade pyelography, computed tomography (CT scan) and renal scintigraphy. The traditional treatment is conservative (fluid combined with diuretics and alpha-adrenergic antagonists) or surgical (ureterotomy, nephroureterectomy, ureteroneocistotomy). Surgical procedures has a high mortality rate and substantial complications, including urinary extravasation and further obstruction caused by edema or ureteral stenosis. Urological minimally invasive techniques have emerged as a diagnostic and therapeutic alternative for ureter diseases, such as the use of fluoroscopy and endoscopy. These include the placement of ureteral stents and percutaneous nephrostomy tube, extracorporeal shock wave lithotripsy and percutaneous nefroureterolitotomy. These techniques considerably decreases the complications associated with traditional surgery and can stabilize debilitated patients before invasive procedures. This paper aims to conduct a literature review on feline ureterolithiasis, focusing the description of the new minimally interventional techniques used in feline patients.

Keywords: *feline ureterolithiasis, calcium oxalate uroliths, ureteral obstruction, minimally invasive techniques.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Ureterotomia para a remoção de cálculo ureteral obstrutivo.....	25
Figura 2 - Ureteroneocistotomia extravesical através da técnica Lich-Gregoir modificada.....	27
Figura 3 - Visualização da artéria e veia renais sobre a superfície dorsal do hilo renal durante o procedimento de nefroureterectomia.....	28
Figura 4 - Dois tipos diferentes de <i>stent</i> /cateter ureterais.....	32
Figura 5 - Tipos de cateter/ <i>stent</i> ureterais.....	33
Figura 6 - Radiografia abdominal dorsoventral de uma gata após a colocação de um <i>stent</i> ureteral duplo <i>pigtail</i> para o tratamento da ureterolitíase obstrutiva.....	34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	URETEROLITÍASE FELINA	8
2.1	Conceito	8
2.2	Etiopatogenia	9
2.3	Fatores de Risco	10
2.4	Fisiologia da Obstrução Ureteral	13
2.5	Sinais Clínicos	14
2.6	Diagnóstico	15
2.6.1	Alterações Laboratoriais	15
2.6.2	Radiografia Simples	16
2.6.3	Ultrassonografia	17
2.6.4	Urografia Excretora	18
2.6.5	Pielografia Anterógrada Percutânea	19
2.6.6	Tomografia Computadorizada	19
2.6.7	Cintilografia Renal	20
2.7	Tratamento	21
2.7.1	Tratamento Clínico Conservador	21
2.7.2	Tratamento Cirúrgico	22
2.7.2.1	Ureterotomia	24
2.7.2.2	Ureteroneocistotomia	25
2.7.2.3	Nefroureterectomia	27
2.7.3	Procedimentos Urológicos Minimamente Invasivos	29
2.7.3.1	Litotripsia extracorpórea por ondas de choque	29
2.7.3.2	Nefroureterolitotomia Percutânea	30
2.7.3.3	Colocação de <i>Stent</i> ureteral	30
2.7.3.4	Colocação de Tubo de Nefrostomia Percutânea	35
2.8	Complicações Clínicas	36
2.9	Prevenção	39
2.10	Prognóstico	40
3	CONCLUSÃO	42
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

1 INTRODUÇÃO

A ureterolitíase é considerada uma condição clínica recente, já que nas últimas duas décadas sua casuística vem aumentando nos pacientes felinos (CANNON *et al.*, 2007; LEKCHAROENSUK *et al.*, 2005). Aproximadamente 98% dos ureterólitos são compostos por oxalato de cálcio (CaOx) (KYLES *et al.*, 2005), um mineral no qual a dissolução terapêutica não é possível, necessitando de retirada cirúrgica quando ocasionar obstrução.

Vários fatores estão envolvidos na formação dos urólitos, entretanto o principal é a supersaturação urinária com substâncias calculogênicas, que permite a precipitação e formação de cristais (PALM; WESTROPP, 2011). O exato mecanismo de formação de urólitos de CaOx é incerto, entretanto fatores ambientais, nutricionais e genéticos parecem estar envolvidos (BARTGES; KIRK, 2006). Os principais fatores de risco estão associados com a meia-idade (7 anos), uso de dietas acidificantes, restrição a ambiente domiciliar e raça (Persas e Himalaios) (CANNON *et al.*, 2007; RAWLINGS; BJORLING, CHRISTIE, 2007).

A ureterolitíase é a causa mais frequente de obstrução ureteral em gatos (ADIN *et al.*, 2003; KYLES *et al.*, 1998), que leva à restrição do fluxo urinário, podendo resultar em crises urêmicas, alterações na estrutura do rim e ureter, além da perda da função renal. A desobstrução rápida pode preservar a estrutura e função dos rins, por isso, é importante conhecer os sinais clínicos relacionados com a obstrução, as suas consequências e as técnicas utilizadas para restaurar o fluxo urinário (HARDIE; KYLES, 2004).

Os sinais clínicos são frequentemente inespecíficos, incluindo anorexia, perda de peso e inapetência. Podem estar associados tanto à azotemia (vômito, poliúria, polidipsia) como à obstrução (dor abdominal, hematória). Os cálculos ureterais são geralmente unilaterais, ocorrendo bilateralmente em apenas 19% dos felinos (BERENT, 2011). Na maioria das vezes o rim obstruído sofre hidronefrose, com posterior fibrose e atrofia, perdendo sua função, enquanto que o rim contralateral sofre hipertrofia na tentativa de compensar a diminuição na taxa de filtração glomerular (TFG) (FISCHER, 2006; PALM; WESTROPP, 2011).

As ferramentas diagnósticas mais utilizadas são a radiografia e a ultrassonografia, que, quando associadas, aumentam a sensibilidade do diagnóstico para 90% (KYLES *et al.*, 2005). Outros métodos diagnósticos têm sido utilizados, como a urografia excretora, pielografia anterógrada percutânea, tomografia computadorizada e cintilografia renal,

cada um apresentando diferentes indicações e vantagens associadas (ADIN *et al.*, 2003; HARDIE; KYLES, 2004; HECHT *et al.*, 2009; PALM; WESTROPP, 2011).

As técnicas tradicionais para a desobstrução ureteral são realizadas por meio de tratamento clínico conservador ou cirúrgico. O tratamento conservador é baseado em fluidoterapia intravenosa, infusão contínua de diuréticos e bloqueio alfa-adrenérgico, entretanto tem sido eficaz na minoria dos casos. A remoção cirúrgica tem sido a principal modalidade de tratamento e pode ser realizada via ureterotomia, nefroureterectomia ou nefroureterocistotomia (BERENT, 2011; FOSSUM, 2008). Contudo, por ter algumas restrições e complicações, com altas taxas de morbidade e mortalidade (KYLES *et al.*, 2005), outras técnicas têm sido desenvolvidas para desobstruir o fluxo urinário e evitar maiores danos ao animal.

Técnicas urológicas intervencionistas que utilizam procedimentos minimamente invasivos têm sido desenvolvidas na medicina veterinária como possíveis alternativas às cirurgias tradicionais. Radiologia e endoscopia intervencionistas permitem diagnosticar e tratar simultaneamente a ureterolitíase de forma rápida e minimamente invasiva, envolvendo o uso de fluoroscopia, endoscopia e ultrassonografia para visualização e acesso do ureter, assim como de várias partes do organismo (BERENT, 2011).

Este trabalho tem por finalidade descrever as principais técnicas minimamente invasivas, como a colocação de *stents* ureterais e tubos de nefrostomia percutânea, litotripsia extracorpórea por ondas de choque e nefroureterolitotomia percutânea, com o objetivo de atualizar os clínicos veterinários para essas novas técnicas que tem sido desenvolvidas e aplicadas à medicina veterinária com resultados relativamente satisfatórios, contribuindo para o aumento da sobrevida do paciente felino.

2 URETEROLITÍASE FELINA

2.1 Conceito

Urolitíase é o termo que se refere às causas e efeitos da presença de cálculos em qualquer parte do trato urinário (OSBORNE *et al.*, 2008). Ureterolitíase refere-se à presença de urólitos nos ureteres, assim como nefrolitíase à urólitos nos rins (FOSSUM, 2008). Ocasionalmente, os nefrólitos deslocam-se dos rins e tornam-se ureterólitos (BIRCHARD; SHERDING, 2003).

Também denominados cálculos ou pedras, urólitos são concreções, compostas predominantemente por material cristalino (cristaloides orgânicos e inorgânicos) e por uma pequena porção de matriz orgânica (geralmente material mucóide) (NORSWORTHY, 2011). Podem ser formados em um ou mais locais do trato urinário, em condições de supersaturação urinária por íons calculogênicos (BARTGES; KIRK, 2006). São classificados de acordo com sua composição mineral predominante e localização no trato urinário (FOSSUM, 2008; LAING, 1999). Ureterólitos podem ser uni ou bilaterais; aproximadamente 25% dos gatos apresentam cálculos bilaterais, dos quais menos de 10% apresentam urocistólitos associados (FOSSUM, 2008).

A ureterolitíase é a causa mais comum de obstrução ureteral em gatos (ADIN *et al.*, 2003; KYLES *et al.*, 1998). O aumento na ocorrência de urolitíase por oxalato de cálcio (CaOx) em felinos tem sido associado com um aumento paralelo na ocorrência de nefrólitos e ureterólitos de CaOx na espécie (OSBORNE *et al.*, 2008), assim como pode também ser devido a um aumento na consciência sobre ureterolitíase e/ou no uso mais frequente de técnicas de diagnóstico por imagem em gatos com doença renal (PALM; WESTROPP, 2011). De fato, houve um aumento em dez vezes na frequência de urólitos no trato urinário superior diagnosticado em gatos avaliados em hospitais de ensino da América do Norte durante os últimos vinte anos (LEKCHAROENSUK *et al.*, 2005). Entre os anos de 1981 e 2003, o Centro de Urólitos de Minnesota analisou nefroureterólitos provenientes de 2.445 gatos, sendo 70% dos urólitos compostos por CaOx, 8% foram compostos por estruvita, 4% por fosfato de cálcio, 2% por purina, 8% por matriz, 5% eram urólitos compostos e 2,6% mistos (OSBORNE *et al.*, 2008). De acordo com Kyles e colaboradores (2005), aproximadamente 98% dos ureterólitos felinos são compostos por esse mineral, apesar de apenas 7,3% dos urólitos de CaOx localizarem-se nos ureteres dessa espécie (PALM; WESTROPP, 2011).

2.2 Etiopatogenia

A formação de urólitos envolve uma série de eventos físico-químicos complexos (BARTGES; KIRK, 2011). O principal fator para formação de cálculos urinários é a supersaturação urinária com substâncias calculogênicas, permitindo a precipitação de cristais e posterior nucleação (PALM; WESTROPP, 2011). Contribuem, ainda, os efeitos dos inibidores e promotores da cristalização, agregação e crescimento do cálculo; a presença de lesão ou inflamação renal; efeitos da matriz não cristalina; pH urinário favorável; infecções ascendentes do trato urinário inferior; anormalidades metabólicas; retenção urinária ou trânsito urinário retardado (BARTGES; KIRK, 2011; PALM; WESTROPP, 2011). Urólitos de oxalato de cálcio são formados a partir da supersaturação urinária com cálcio e oxalato, com posterior nucleação, agregação e crescimento dos cristais, retenção dos cristais e, por fim, a formação do cálculo (BARTGES; KIRK; LANE, 2004).

A urina contém íons e proteínas que interagem com substâncias calculogênicas, tais como cálcio e ácido oxálico, permitindo que permaneçam em solução sem que ocorra a cristalização. A urina normalmente é supersaturada com cálcio e ácido oxálico e, para mantê-los solubilizados, há consumo de energia (BARTGES; KIRK; LANE, 2004). Variados graus de instabilidade de cálcio e ácido oxálico pode ocorrer, efeito no qual a urina é considerada metaestável, tornando-se possível a formação de cristais. Quando a concentração de cálcio e ácido oxálico ultrapassa um limiar, a urina perde sua capacidade de mantê-los em solução (BARTGES; KIRK; LANE, 2004). Com o aumento da saturação urinária, há redução dos fatores de proteção, que também resultam na instabilidade urinária e cristalização. Assim, os cristais de oxalato de cálcio começam a precipitar espontaneamente, podendo agregar-se e aumentar de tamanho, resultando na formação do cálculo (PALM; WESTROPP, 2011).

Alguns inibidores da cristalização, tais como citrato, magnésio e pirofosfato, formam sais solúveis com o cálcio e/ou ácido oxálico e, assim, reduzem a sua disponibilidade necessária para a precipitação. Outros inibidores são proteínas macromoleculares, tais como a glicoproteína Tamm-Horsfall e nefrocalcina, que interferem na capacidade de combinação entre cálcio e oxalato, minimizando a formação e crescimento de cristais. Já outras substâncias podem promover a formação de CaOx, incluindo o ácido úrico, que bloqueia os inibidores da cristalização, ou substâncias que servem como moldes para a

nucleação de cristais heterogêneos, como os de fosfato de cálcio (BARTGES; KIRK; LANE, 2004).

Embora a supersaturação urinária com cristais implique na formação de cálculos, vários estudos realizados em humanos investigam a possibilidade da urina não ser o local primário de desenvolvimento dos urólitos. Tem sido proposta uma etiologia vascular para a nefrolitíase em humanos, sugerindo que anormalidades vasculares, como lesão vascular hipertensiva ou aterosclerose, podem provocar placas de Randall. Estas placas são lesões papilares, normalmente associadas a sais de CaOx e fosfato de cálcio presentes na urina (PALM; WESTROPP, 2011 *apud* OHMAN; LARSSON, 1992). Stoller e colaboradores (2004) levantaram a hipótese de que o evento primário na formação de nefrólitos de CaOx em humanos pode iniciar no leito vascular, na ponta da papila renal.

Há um número limitado de publicações que falam a respeito da fisiopatologia da formação de urólitos em gatos. Em humanos, cerca de 75% dos nefrólitos são compostos, predominantemente, por CaOx, e acredita-se que o metabolismo do oxalato desempenhe um papel importante no desenvolvimento dos urólitos (PALM; WESTROPP, 2011). Uma associação entre estresse, obesidade e formação de cálculos de CaOx tem sido reportada em humanos, entretanto, essa associação não foi igualmente comprovada em gatos (PALM; WESTROPP, 2011).

A maioria dos cálculos provenientes do trato urinário superior de felinos, que foram submetidos à análise, são compostos em quase sua totalidade por CaOx, embora, ocasionalmente, apresentem em suas camadas fosfato de cálcio (ou apatita) ou urato (KYLES *et al.*, 2005). Urólitos de CaOx ocorrem mais comumente em duas formas: mono hidratado ou dihidratado. Geralmente, os cálculos mono hidratados são de formato redondo e de superfície lisa, ao passo que, os cálculos dihidratados são irregulares, com pequenas projeções em sua superfície (PALM; WESTROPP, 2011).

2.3 Fatores de Risco

O mecanismo de formação de urólitos de oxalato de cálcio é complexo e ainda desconhecido (FOSSUM, 2008; LAING, 1999; OSBORNE *et al.*, 2008; PALM; WESTROPP, 2011). Várias hipóteses têm sido atribuídas, mas a verdadeira relação de causa e efeito ainda não foi estabelecida (OSBORNE *et al.*, 2008). Entretanto, fatores genéticos, ambientais e nutricionais parecem estar envolvidos (BARTGES; KIRK, 2006; PALM; WESTROPP, 2011).

Alguns fatores de risco que influenciam a formação de urólitos incluem raça, sexo, idade, anormalidades anatômicas e funcionais do trato urinário, anormalidades do metabolismo, infecções do trato urinário, dieta, pH urinário e homeostase hídrica corporal (OSBORNE *et al.*, 2008). Fatores como estresse e obesidade também têm sido propostos como fatores de risco para essa doença (PALM; WESTROPP, 2011). Pesquisas realizadas em gatos a fim de identificar os possíveis fatores de risco na formação de cálculos de CaOx demonstram crescente incidência associada com a meia-idade, dietas acidificantes de urina, ingestão de apenas um tipo de ração felina, restrição a ambiente domiciliar e raça (RAWLINGS; BJORLING, CHRISTIE, 2007).

Várias raças felinas têm sido citadas como de alto risco para a formação de urólitos de oxalato de cálcio (PALM; WESTROPP, 2011). Avaliações sobre a predisposição de algumas raças revelaram que gatos domésticos de pelo longo, Persas e Himalaios (Persa *colourpoint*) tinham, significativamente, maior ocorrência de cálculos compostos por CaOx (CANNON *et al.*, 2007).

Embora gatos jovens tenham sido diagnosticados com ureterolítase, essa doença tende a se desenvolver em gatos de meia-idade (BARTGES; KIRK, 2006), com idade média de sete anos no momento do diagnóstico (KYLES *et al.*, 2005). Gatos com idade entre sete e dez anos apresentam 67 vezes mais chances de desenvolver cálculos de CaOx em comparação com gatos entre um e dois anos de idade (LEKCHAROENSUK *et al.*, 2000). Entretanto, gatos Siameses mais jovens, com idade entre três e quatro anos, parecem ter predisposição para formar urólitos de CaOx (BARTGES; KIRK, 2006).

Em relação ao sexo, foi relatado que gatos machos apresentaram uma maior ocorrência de urólitos de CaOx em comparação com fêmeas (CANNON *et al.*, 2007), enquanto que gatos machos castrados são sete vezes mais propensos a desenvolver urólitos de CaOx, em contraste com gatos sexualmente inteiros (LEKCHAROENSUK *et al.*, 2000). Não há estudos que reportem a associação entre gênero e obstrução ureteral em felinos (FOSSUM, 2008; PALM; WESTROPP, 2011).

Resultados de estudos epidemiológicos levantaram a hipótese de que as dietas projetadas para minimizar a formação de urólitos de estruvita (ou fosfato de amônio magnésio) podem ter aumentado a ocorrência de urólitos de CaOx (OSBORNE *et al.*, 2008; PALM; WESTROPP, 2011). Fenômenos biológicos fornecem explicações possíveis para essa associação: (1) a acidificação da urina através da dieta aumenta a solubilidade de cristais de estruvita na urina, ao mesmo tempo em que os ácidos da dieta promovem cristalúria de CaOx induzida por hipercalcúria. Isso ocorre pelo fato da acidemia

(provocada pelos ácidos precursores da dieta) promover a mobilização de carbonato e fosfato dos ossos através de um tampão de íons de hidrogênio; ao mesmo tempo, pode ocorrer mobilização de cálcio dos ossos, resultando em hipercaleiúria. Além disso, essas dietas contém baixo teor de magnésio, o que aumenta a absorção intestinal de cálcio, auxiliando na hipercalemia e hipercaleiúria (LAING, 1999); (2) A acidose metabólica resulta em hipocitraturia, em humanos, cães e ratos (OSBORNE *et al.*, 2008). Se o consumo de dietas acidificantes estiver associado com hipocitraturia em gatos, poderá aumentar o risco de formação de urólitos de CaOx, pois o citrato é um importante inibidor da formação deste cristal; (3) O uso constante de ração seca, com baixa umidade, resulta na produção de urina concentrada (OSBORNE *et al.*, 2008).

O aumento de cálcio na circulação por diversas causas - neoplásicas, hiperparatireoidismo primário ou secundário ou hipercalemia idiopática - pode predispor à formação de cálculos de CaOx (PALM; WESTROPP, 2011). Embora a hipercalemia seja um achado pouco frequente, caso a concentração de cálcio sérico esteja elevada no felino acometido, deve-se iniciar uma busca por causas subjacentes (MIDKIFF *et al.*, 2000; RAWLINGS; BJORLING, CHRISTIE, 2007). Em gatos com urolitíase por CaOx, a hipercalemia foi observada em 35% dos casos (BARTGES, 2001).

Gatos que consomem dietas suplementadas com cloreto de amônio, um acidificante de urina, parecem aumentar a excreção de cálcio urinário (CHING *et al.*, 1989 *apud* BARTGES; KIRK, 2006). A acidose metabólica promove a hipercaleiúria, através da retirada de cálcio dos ossos e liberação para a corrente sanguínea, o que aumenta a concentração sérica de cálcio ionizado, resultando em um aumento na excreção urinária de cálcio e diminuição da reabsorção tubular renal deste elemento (BARTGES; KIRK, 2006). A suplementação de gatos com magnésio através da administração de cloreto de magnésio foi associada a um aumento da excreção urinária de cálcio, enquanto que a suplementação via óxido de magnésio, foi associada à alcalúria e a uma menor excreção de cálcio urinário (BUFFINGTON; ROGERS; MORRIS, 1990). A hipercaleiúria também pode ocorrer com a administração de diuréticos, glicocorticoides, acidificantes urinários e vitamina D ou C (BARTGES; KIRK, 2006)

A alta concentração de oxalato na urina (hiperoxalúria) é um provável fator de risco para a formação de cálculos de CaOx (BARTGES; KIRK, 2006; OSBORNE *et al.*, 2008). Pode ocorrer devido a um aumento no consumo alimentar, assim como pela perda ou diminuição da atividade de bactérias que degradam o oxalato no cólon (*Oxalobacter formigenes*) (MITTAL; KUMAR, 2004). A hiperoxalúria tem sido observada em gatos

que consomem dietas deficientes em vitamina B6 (inferior a 1,0 mg/kg de ração) (BARTGES; KIRK, 2006).

Um aumento na incidência de cálculos urinários de CaOx tem ocorrido em humanos desde o início do século XX, nos Estados Unidos. Esse fato tem sido atribuído ao maior consumo de proteína animal das sociedades com maior poder aquisitivo, o que leva a um aumento na excreção urinária de cálcio e oxalato (OSBORNE *et al.*, 2008). Ainda, fatores ambientes regionais, como a qualidade da água e solo, também parecem influenciar a formação de urólitos (OSBORNE *et al.*, 2008). É importante conhecer os fatores de risco que contribuem para o aumento da incidência de urólitos de oxalato em humanos, pois os mesmos podem também influenciar a incidência em felinos domésticos (OSBORNE *et al.*, 2008).

Conhecer os fatores de risco para a formação de urólitos de CaOx em felinos é essencial para identificar animais susceptíveis, minimizar sua exposição a esses fatores, aumentar sua exposição a fatores de proteção e facilitar a detecção e tratamento da urolitíase subclínica. Reconhecer e controlar os fatores de risco litogênicos são os principais objetivos para evitar a formação de urólitos e minimizar a sua recorrência (OSBORNE *et al.*, 2008).

2.4 Fisiologia da Obstrução Ureteral

A resposta fisiológica à obstrução ureteral é extremamente complexa e depende de fatores como a espécie e idade do animal, grau e duração da obstrução, e se a obstrução é uni ou bilateral (HARDIE; KYLES, 2004; FISCHER, 2006). Os cálculos ureterais são geralmente unilaterais, ocorrendo bilateralmente em apenas 19% dos felinos (BERENT, 2011). A obstrução de um ou de ambos os ureteres inicia uma complexa cascata de eventos, o que eventualmente pode resultar em uma permanente perda de função do rim associado (FISCHER, 2006).

Entre uma e 1,5 horas após uma obstrução unilateral completa por ureterolitíase, ocorre um aumento da pressão ureteral, além de um aumento transitório do fluxo sanguíneo renal no lado afetado (HARDIE; KYLES, 2004; FISCHER, 2006). Concomitantemente, ocorre um aumento da pressão hidrostática do capilar glomerular, mas não na mesma proporção da pressão ureteral. Devido a essa diferença, o gradiente de pressão hidrostática da rede de capilares glomerulares diminui, resultando em um declínio da taxa de filtração glomerular (TFG) (FISCHER, 2006). Assim, o fluxo sanguíneo renal

começa a diminuir enquanto a pressão ureteral continua a aumentar (HARDIE; KYLES, 2004).

Após cinco a seis horas de obstrução, a pressão ureteral começa a diminuir, mas a pressão glomerular se reduz mais rapidamente, o que resulta no declínio significativo da TFG, podendo ficar até mesmo ausente (HARDIE; KYLES, 2004; FISCHER, 2006). Em 24 horas, a pressão ureteral retorna a valores quase basais, enquanto que o fluxo sanguíneo renal continua a regredir (HARDIE; KYLES, 2004). A diminuição da TFG no rim obstruído induz a um aumento compensatório na TFG no rim contralateral (HARDIE; KYLES, 2004; FISCHER, 2006).

Na maioria das vezes, ocorre uma obstrução ureteral bilateral sequencial, com um ureter cronicamente obstruído e um ureter agudamente obstruído. Raramente, a obstrução ureteral unilateral inicial cursa com sinais clínicos evidentes (PALM; WESTROPP, 2011). Primeiramente, o rim obstruído aumenta de tamanho devido à hidronefrose e edema intersticial; com a cronicidade da obstrução, ele sofre fibrose e atrofia. Simultaneamente, o rim contralateral hipertrofia, na tentativa de compensar a diminuição na taxa de filtração glomerular. A doença permanece silenciosa clinicamente, até o momento em que o ureter do rim hipertrofiado também sofre obstrução, e, comumente, ocorre azotemia grave (FISCHER, 2006; PALM; WESTROPP, 2011).

Logo após a obstrução ureteral, desencadeiam-se os eventos que levam ao desenvolvimento de fibrose intersticial de longo prazo (FISCHER, 2006). Em um experimento com coelhos, após sete dias de obstrução, houve um aumento na presença de fibras de colágeno no interstício renal e, após dezesseis dias, verificou-se a presença de fibrose intersticial e espessamento da membrana basal tubular (FISCHER, 2006 *apud* NAGLE; BULGER, 1978).

2.5 Sinais Clínicos

Os sinais clínicos citados em gatos com obstrução ureteral por ureterolítase são geralmente inespecíficos, incluindo redução do apetite, letargia e perda de peso (FOSSUM, 2008; KYLES *et al.*, 1998; PALM; WESTROPP, 2011). Os sintomas podem estar associados com a ocorrência de azotemia, tais como vômito, poliúria, polidipsia e halitose, ou estarem diretamente relacionados à obstrução ureteral, tais como estrangúria, polaciúria, hematúria e dor abdominal (HARDIE; KYLES, 2004; KYLES *et al.*, 1998). De acordo com Palm & Westropp (2011), gatos com ureterolítase podem apresentar

hematúria, sem a ocorrência concomitante de sinais do trato urinário inferior, como estrangúria, disúria e polaciúria e, nesses casos, deve-se investigar a presença de urólitos de CaOx no trato urinário superior.

Ao exame físico, a maioria dos gatos com obstrução ureteral aguda apresenta dor abdominal localizada próxima ao rim obstruído, que se deve à distensão da cápsula renal (ricamente inervada), à distensão pélvica e ao edema do parênquima renal (WEN *et al.*, 1999; PALM; WESTROPP, 2011). Durante a palpação, é comum haver assimetria renal ou a não identificação do rim cronicamente afetado por estar muito atrofiado (BERENT, 2011; FISCHER, 2006; SHIPOV; SEGEV, 2013). Podem se apresentar anêmicos devido à produção deficiente de eritopoetina, quando apresentarão palidez de mucosas e sopro cardíaco (BERENT, 2011). Gatos raramente apresentam cólica renal aguda, comum em pacientes humanos com obstrução e espasmo ureteral unilateral (FISCHER, 2006). Podem ainda apresentar poliúria, oligúria ou produção normal de urina, dependendo do grau da obstrução (FISCHER, 2006).

2.6 Diagnóstico

2.6.1 Alterações Laboratoriais

Devem ser realizadas avaliação hematológica completa, perfil bioquímico, urinálise e cultura de urina (BARTGES; KIRK, 2006; FOSSUM, 2008; FISCHER, 2006). Deve-se mensurar a ureia nitrogenada sanguínea (BUN) e a creatinina sérica, além da concentração de fosfato e de potássio (FOSSUM, 2008).

A ureterolitíase felina está comumente associada com azotemia (83%), hiperfosfatemia (54%), anemia normocítica normocrômica (48%), hipercalemia (35%), hipocalcemia (22%) ou hipercalcemia (14%) (BERENT, 2011; KYLES *et al.*, 2005).

Na urinálise, anormalidades como hematúria, cristalúria e densidade urinária alta podem ocorrer; o pH urinário normalmente é ácido (BARTGES; KIRK, 2006). A presença de cristalúria ocorre em 29% dos casos, entretanto não é considerado um indicador sensível, pois apenas 6,5% dos felinos com ureterolitíase por CaOx apresentam cristalúria desse mineral (KYLES *et al.*, 2005). Nos felinos, a prevalência concomitante de infecção do trato urinário com ureterolitíase é baixa (8% a 30%) (BERENT, 2011; KYLES *et al.*, 2005).

2.6.2 Radiografia Simples

Por serem radiopacos, os urólitos de CaOx, geralmente, são de fácil visualização em radiografias simples abdominais (PALM; WESTROPP, 2001), aparecendo como uma opacidade aumentada no ureter (FOSSUM, 2008). Essa técnica permite avaliar e determinar o tamanho, número e localização dos cálculos, como também é possível a avaliação do número, tamanho, forma, posição, densidade e simetria renal; pode também demonstrar a presença de hidroureter, se este for grave (HARDIE; KYLES, 2004). Ainda, podem ser úteis para monitorar a passagem do cálculo através do trato urinário quando se opta pelo tratamento conservador ou litotripsia (KYLES *et al.*, 2005).

A maioria dos gatos com cálculos ureterais também possuem cálculos renais (FOSSUM, 2008); por isso um exame minucioso deve ser realizado em todo o trato urinário. Cálculos de CaOx são mais facilmente detectados na área retroperitoneal em projeções laterais, entretanto, nessas projeções, pode ser difícil determinar se apenas um ou se ambos ureteres estão afetados (PALM; WESTROPP, 2011).

A utilização de técnicas radiográficas convencionais na avaliação dos ureteres é dificultada pelo fato de serem estruturas de pequeno tamanho, além de poder haver a sobreposição por tecidos moles, coluna vertebral ou por conteúdo gastrointestinal radiopaco (HARDIE; KYLES, 2004), podendo não permitir uma avaliação consistente tanto da pelve renal como dos ureteres. Cálculos muito pequenos ou radioluscentes podem não ser identificados pela radiografia (KYLES *et al.*, 2005; PALM; WESTROPP, 2011). Na maioria das vezes, radiografias abdominais não são úteis para avaliar o grau de obstrução ureteral (HECHT *et al.*, 2009; SCHERK; LITTLE, 2012) ou a exata localização do cálculo, podendo identificar apenas uma área de obstrução quando múltiplas podem estar presentes (PALM; WESTROPP, 2011). Além disso, apresenta outras limitações como a incapacidade de visualizar os rins de gatos caquéticos devido à carência de gordura retroperitoneal ou se houver acúmulo de líquido no espaço retroperitoneal (SCHERK; LITTLE, 2012).

Em um estudo realizado em 11 felinos, a sensibilidade e especificidade da radiografia para o diagnóstico de ureterolitíase foi de 60% e 100%, respectivamente (ADIN *et al.*, 2003). Entretanto, esses valores se tornam pouco confiáveis, devido ao pequeno número de animais incluídos no estudo. De acordo com uma vasta pesquisa realizada por Kyles e colaboradores (2005), a sensibilidade do exame radiográfico para o diagnóstico de ureterolitíase foi de 81%, sendo considerada a ferramenta diagnóstica mais sensível para

identificação de ureterolitíase (FOSSUM, 2008). Entretanto, recomenda-se uma associação com exame ultrassonográfico, pois a radiografia combinada com a ultrassonografia aumenta para 90% a sensibilidade de diagnóstico de cálculos ureterais (KYLES *et al.*, 2005).

2.6.3 Ultrassonografia

Esta técnica apresenta a vantagem de ser relativamente rápida e não invasiva. Também é considerada a mais segura, pois não envolve a administração de contraste e não expõe o animal e o tutor a radiações ionizantes (SHERCK; LITTLE, 2012). Embora seja difícil avaliar os ureteres de felinos pela ultrassonografia, anormalidades associadas à obstrução ureteral, como hidronefrose ou hidroureter podem ser diagnosticadas e avaliadas por esse exame (FOSSUM, 2008). Além disso, a orientação por ultrassom facilita alguns procedimentos diagnósticos intervencionistas nos ureteres (SHERCK; LITTLE, 2012).

Os cálculos podem aparecer como estruturas hiperecogênicas, com presença de sombra acústica, verificando-se todo o sistema urinário, pois 62% dos gatos apresentam simultaneamente nefrólitos e 9% têm também cálculos vesicais associados (BERENT, 2011).

A ultrassonografia é um exame de imagem complementar para o diagnóstico de ureterolitíase em felinos. Apresenta sensibilidade de 77% para a detecção de cálculos ureterais (PALM; WESTROPP, 2011). Embora tenha sensibilidade menor que a radiografia, a ultrassonografia pode auxiliar a delinear qual ureter está obstruído e determinar a gravidade da hidronefrose e hidroureter que possam estar presentes (PALM; WESTROPP, 2011). Muitas vezes, o hidroureter não se desenvolve no mesmo local do cálculo obstrutor; por isso, eventualmente, a ultrassonografia não é capaz de diagnosticar o urólito (PALM; WESTROPP, 2011).

O uso da ultrassonografia aumentou consideravelmente a capacidade de detectar pequenas dilatações da pelve renal e do ureter (HARDIE; KYLES, 2004). Em um estudo realizado em 155 gatos com obstrução ureteral submetidos à cirurgia, observou-se, através da ultrassonografia, dilatação ureteral e/ou da pelve renal em 143 animais (92%). Nove dos felinos não apresentaram essas alterações e três apresentaram resultado equívoco (KYLES *et al.*, 2005). Em obstruções ureterais subagudas, dilatações ureterais e da pelve renal podem não ter se desenvolvido ainda, portanto, é importante considerar a obstrução

ureteral em alguns casos, mesmo que a dilatação não esteja presente (PALM; WESTROPP, 2011).

De acordo com Adin et al. (2003), a sensibilidade da ultrassonografia para o diagnóstico de cálculos ureterais foi de 100%, enquanto que a especificidade foi de 33%; essa alta sensibilidade é atribuída ao fato de ocorrer precoces dilatação da pelve renal e hidronefrose na maioria dos animais. O fato de a dilatação da pelve renal também ocorrer secundariamente a outras doenças não obstrutivas, como a pielonefrite, contribui para o baixo valor da especificidade do exame.

Quando a causa da dilatação ureteral não é definida, a medição do índice de resistência renal (IRR) utilizando U.S *doppler* pode ser útil para diferenciar uma causa obstrutiva de uma não obstrutiva. O IRR normal em gatos sedados varia de 0,52 a 0,63; caso haja obstrução, o IRR estará acima desses valores. A comparação dos valores de IRR de ambos os rins poderá auxiliar na confirmação da obstrução (HARDIE; KYLES, 2004).

2.6.4 Urografia Excretora

É a técnica de escolha quando se deseja avaliar o parênquima renal, pelve renal e ureteres (SCHERK; LITTLE, 2012). É realizada por administração intravenosa de meio de contraste e posterior sequência de imagens em intervalos de tempos regulares. Sua utilização permite visualizar a dilatação da pelve renal ou do ureter próximo à lesão obstrutiva, entretanto, a opacificação do rim afetado muitas vezes é deficiente (HARDIE; KYLES, 2004).

A qualidade da imagem vai depender do meio de contraste utilizado e é influenciada pela TFG e pela densidade urinária. Como na ureterolitíase a TFG está diminuída, não é a técnica mais adequada para seu diagnóstico. Além disso, não é um procedimento inócuo, podendo causar insuficiência renal oligúrica ou anúrica em felinos com doença renal discreta ou moderada preexistente (FOSSUM, 2008). Esse procedimento é contraindicado em animais anúricos, oligúricos ou desidratados.

Ademais, essa técnica pode ser útil para diagnosticar uma pielonefrite aguda ou crônica, detectar um rim não funcional, diagnosticar hidronefrose e/ou hidroureter e detectar urólitos radioluscentes (SCHERK; LITTLE, 2012).

2.6.5 Pielografia Anterógrada Percutânea

Pielografia anterógrada percutânea tem sido utilizada com êxito no diagnóstico da obstrução ureteral, pois oferece boa visualização do ureter e da pelve renal, além de localizar e avaliar o grau de obstrução ureteral (HARDIE; KYLES, 2004), não sendo dependente da TFG do rim acometido (ADIN *et al.*, 2003). Apresenta 100% de sensibilidade e especificidade para a detecção de ureterólitos (ADIN *et al.*, 2003). Entretanto, apresenta as desvantagens de ser um método invasivo, com o risco de ocorrer lesão renal ou ureteral iatrogênica, e que exige anestesia geral (ADIN *et al.*, 2003).

O animal é anestesiado, colocado em decúbito dorsal, e a pele sobre a região do rim é cirurgicamente preparada. Sob orientação do ultrassom, uma agulha espinhal de calibre 25 com 2,5 polegadas é inserida no córtex renal, perpendicularmente à cápsula, avançando até a pelve renal. A urina é retirada até que a pelve renal se reduza a metade de seu tamanho (normalmente 1,0 a 2,0 ml de urina). Recomenda-se que a urina seja encaminhada para exame bacteriológico e citológico. Durante a obtenção da imagem fluoroscópica, o contraste iodado é introduzido na pelve renal em múltiplas e pequenas doses, em um volume equivalente ao da urina retirada. A injeção de contraste é realizada quantas vezes forem necessárias até que a opacificação ureteral adequada seja obtida, conforme verificada na fluoroscopia. Radiografias abdominais são então realizadas, e, se necessário, a fluoroscopia é repetida após 10 a 15 minutos (FOSSUM, 2008; HARDIE; KYLES, 2004). Por fim, deve-se avaliar o rim em relação aos líquidos perirenais indicativos de hemorragias ou extravazamento de material de contraste ou de urina (FOSSUM, 2008).

Essa técnica apresenta vantagens em relação à urografia excretora, já que fornece uma visualização mais acurada do ureter devido ao preenchimento e à distensão ureterais adequados (BERENT, 2011).

2.6.6 Tomografia computadorizada

Essa técnica apresenta alta sensibilidade (96%) e especificidade (100%) para o diagnóstico de ureterolitíase (VIEIRA *et al.*, 2004). A sensibilidade para o diagnóstico de dilatação ureteral é semelhante à ultrassonografia, mas a tomografia computadorizada é superior na determinação do número e posição de cálculos ureterais (HARDIE; KYLES, 2004), podendo identificar urólitos radiotransparentes ou de pequenas dimensões (VIEIRA *et al.*, 2004). Apesar de seu uso não ser necessário para o diagnóstico, é uma

técnica bastante útil para auxiliar no planejamento cirúrgico da ureterolitíase, principalmente quando o número e localização dos urólitos não são definidos pelos métodos imagiológicos tradicionais (BERENT, 2011).

A administração de contraste endovenoso pode ser utilizada durante a TC (tomografia computadorizada) e pode auxiliar na diferenciação de obstruções parciais e totais concomitantes (BERENT, 2011). Apresenta a vantagem de utilizar imagens de secção transversal, o que evita a sobreposição por estruturas abdominais (HARDIE; KYLES, 2004).

2.6.7 Cintilografia Renal

A cintilografia renal tem sido utilizada para avaliar rins e ureteres com obstrução (HECHT *et al.*, 2009). Cintilografia utilizando ácido dietilenotriamino pentacético marcado com tecnécio 99 metaestável ($^{99m}\text{Tc-DTPA}$) pode ser usada para mensurar a TFG em cada rim, individualmente (HECHT *et al.*, 2009). É realizada por meio de administração intravenosa do radiofármaco ($^{99m}\text{Tc-DTPA}$) e posterior ativação de um sistema de aquisição de imagens através de um detector de uma gama-câmera (JARRETA, 2005).

O diagnóstico de obstrução ureteral é baseado em uma alteração da curva de atividade renal (TAC), derivada a partir de dados dinâmicos da cintilografia, através da excreção renal retardada do radiofármaco após a administração de um diurético, ou seja, excreção prolongada da meia vida ($T_{1/2}$). A obstrução ureteral resulta em um aumento no tempo de trânsito renal (definido como o pico de atividade do $^{99m}\text{Tc-DTPA}$) em razão da diminuição do fluxo sanguíneo renal e TFG e sobrecarga de volume urinário. Entretanto, o aumento do tempo de trânsito renal pode estar associado com a dilatação da pelve renal, sem a ocorrência de obstrução (HARDIE; KYLES, 2004). A mensuração da TFG no rim contralateral poderá auxiliar na tomada de decisão para realizar uma nefrectomia do rim obstruído (HARDIE; KYLES, 2004). Também pode ser utilizada para monitorar a obstrução após uma ureteroneocistotomia (BARTHEZ *et al.*, 2000).

Hecht e colaboradores (2009) avaliaram os resultados da cintilografia renal em pacientes felinos suspeitos de nefroureterolitíase. A técnica foi considerada útil em alguns gatos com graus variáveis de dilatação da pelve e/ou ureter, com a função renal mantida. Entretanto, um grande número de animais afetados não foi diagnosticado pelo procedimento, já que apresentavam função renal comprometida (devido à doença renal

crônica subjacente ou secundária à obstrução ureteral), demonstrando a maior limitação da técnica.

2.7 Tratamento

2.7.1 Tratamento Clínico Conservador

Não existem protocolos médicos para a dissolução de urólitos de CaOx (PALM; WESTROPP, 2011). Entretanto, o tratamento clínico conservador pode ser suficiente para o alívio da obstrução ureteral por cálculos em felinos com mínimo ou nenhum comprometimento renal (PALM; WESTROPP, 2011).

Embora não existam estudos que avaliem a eficácia desse tipo de tratamento, muitos clínicos concordam que essa terapia tem um papel importante no manejo da ureterolitíase em pacientes estáveis. Entretanto, o tratamento clínico conservador tem se mostrado eficaz na minoria dos casos (KYLES *et al.*, 1998) com taxa de resolução inferior a 10%, tendo-se verificado a progressão do cálculo em apenas 17% dos casos (BERENT, 2011). Mesmo assim, a terapia conservativa é recomendada antes de qualquer intervenção mais invasiva, particularmente para cálculos menores que 2,0 a 3,0 mm, localizados no terço distal do ureter (BERENT, 2011).

Esse tratamento tem a finalidade de aumentar a diurese, tradicionalmente realizada com fluidoterapia intravenosa à taxa de manutenção, somado à taxa de desidratação quando necessário. Podem ser associados diuréticos osmóticos em infusão contínua, como o manitol, mas o seu uso não é recomendado em pacientes com problemas cardíacos e deve ser descontinuado após 24 horas se não houver a progressão (BERENT, 2011).

Opções terapêuticas adicionais incluem a administração de amitriptilina, bloqueadores α -adrenérgicos (tansulosina) e glucagon (BERENT, 2011). Estes fármacos têm ação antiespasmódica e relaxante do músculo liso ureteral, facilitando a passagem dos cálculos (BERENT, 2011). Os antagonistas α -adrenérgicos são os fármacos de eleição em medicina humana, com resultados favoráveis relatados, principalmente quando os urólitos se localizam no terço distal do ureter (PALM; WESTROPP, 2011). Esse e outros alfa-antagonistas, tais como fenoxibenzamina e prazosina, têm sido utilizados informalmente em felinos, com variáveis respostas (PALM; WESTROPP, 2011). Um estudo que fez a avaliação do tecido ureteral de humanos, ratos e porcos, constatou que a amitriptilina inibe a contração de musculaturas lisas, sugerindo que seu uso pode auxiliar na terapia para desobstruções ureterais em felinos (ACHAR *et al.*, 2003).

Há indícios de que a terapia com glucagon (0,1 mg/gato, intravenoso, 2 vezes ao dia) possa causar o relaxamento da musculatura lisa ureteral e promover a passagem do cálculo (HARDIE; KYLES, 2004). Entretanto, seu uso é controverso, pois apesar de diminuir a pressão intraluminal e o peristaltismo ureteral, este efeito não é considerado relevante nesta patologia e o seu uso pode causar efeitos secundários indesejáveis (BERENT, 2011).

Embora nenhum estudo tenha avaliado a eficácia dessas drogas citadas, o uso de prazosina associado com manitol tem sido utilizado (PALM; WESTROPP, 2011), visto seu custo relativamente baixo e rápida resposta terapêutica. O manejo da dor, utilizando drogas como buprenorfina, deve ser instaurado a fim de prevenir o espasmo ureteral, que pode prejudicar o movimento do ureterólito (PALM; WESTROPP, 2011).

Durante o tratamento conservador, os felinos devem ser monitorados por exames laboratoriais, principalmente a determinação da concentração de creatinina sérica e ureia plasmática, que indicam, mais sensivelmente, se a obstrução persiste ou se houve sua resolução (PALM; WESTROPP, 2011). Radiografia e ultrassonografia em série podem ser úteis para monitorar a passagem do cálculo através do trato urinário durante o tratamento (KYLES *et al.*, 2005; PALM; WESTROPP, 2011).

O urólito pode movimentar-se retrogradamente de forma espontânea para a pelve renal, demonstrando um possível risco do procedimento (DALBY *et al.*, 2003 *apud* PALM; WESTROPP, 2011).

2.7.2 Tratamento Cirúrgico

A obstrução ureteral é a condição ureteral que requer cirurgia com maior frequência (LAING, 1999). Qualquer procedimento cirúrgico realizado no ureter poderá resultar em obstrução causada por estenose no sítio cirúrgico (HARDIE; KYLES, 2004), já que o ureter felino possui um pequeno diâmetro interno de, aproximadamente, 0,4 mm (FISCHER, 2006; FOSSUM, 2008; PALM; WESTROPP, 2011), condição que predispõe a essa complicação. Visto isso, há a necessidade de técnicas cirúrgicas precisas e o cirurgião deverá ter experiência nas técnicas de microcirurgia. Para a cirurgia ureteral em felinos, é recomendado o uso de microscópio cirúrgico de 8 a 10 vezes de amplificação, para melhor visualização e fechamento da mucosa (KYLES *et al.*, 2005; HARDIE; KYLES, 2004).

A remoção cirúrgica do cálculo ureteral é recomendada quando o ureter é parcial ou totalmente obstruído, indicado pela presença de hidronefrose e/ou hidroureter (FOSSUM, 2008), assim como evidências de imobilidade do cálculo, determinados por exames prévios de imagens repetidos (KYLES *et al.*, 1998). Entretanto, as obstruções parciais são frequentemente monitoradas e permanecem no ureter, considerando a relação risco-benefício da tentativa de remoção cirúrgica (BERENT, 2011). Nefrólitos raramente causam problemas clínicos direto em gatos, a não ser que resultem em obstrução ureteral, infecção crônica ou azotemia progressiva (BERENT, 2011).

A fim de evitar lesão renal irreversível, a cirurgia deve ser realizada o mais cedo possível, uma vez estabilizada a condição do animal (FOSSUM, 2008). Felinos com obstrução ureteral, frequentemente, manifestam insuficiência renal e devem ser estabilizados antes de serem submetidos ao tratamento cirúrgico (HARDIE; KYLES, 2004). Anormalidades hídricas, do equilíbrio ácido-básico e as alterações eletrolíticas devem ser corrigidas antes da cirurgia (FOSSUM, 2008). Vários exames devem ser realizados, tais como hematócrito, ureia, fósforo, cálcio, creatinina, proteína total, albumina, magnésio e eletrólitos (principalmente potássio, devido ao risco de arritmias cardíacas e morte durante o procedimento), nível de dióxido de carbono total, urinálise, pressão sanguínea e eletrocardiograma (se os valores de eletrólitos não forem disponíveis) (FOSSUM, 2008). Antibióticos apropriados devem ser administrados quando indicados pela cultura urinária e teste de sensibilidade (FOSSUM, 2008).

Gatos com azotemia grave devem realizar hemodiálise antes do tratamento cirúrgico; se isso não for possível, um tubo de nefrostomia deverá ser colocado na pelve renal do rim obstruído para drenagem urinária (NWADIKE; WILSON; STONE, 2000; RAWLINGS; BJORLING; CHRISTIE, 2007). A drenagem de urina através de um tubo de nefrostomia alivia imediatamente a pressão intra-renal, além de poder ser mantido até que a causa da obstrução seja corrigida (RAWLINGS; BJORLING; CHRISTIE, 2007).

Após o procedimento cirúrgico, o hematócrito deverá ser monitorado, além da realização de abdominocentese guiada por ultrassom, caso houver suspeita de vazamento urinário (FOSSUM, 2008). Em caso de uoperitônio, os níveis de creatinina no fluido abdominal serão maiores que os níveis de creatinina sérica (FOSSUM, 2008). A pressão venosa central e a eliminação de urina devem ser monitoradas a fim de avaliar o grau de hidratação pós-operatória. Além disso, os eletrólitos e anormalidades ácido-básicas deverão ser monitorados e corrigidos (FOSSUM, 2008).

2.7.2.1 Ureterotomia

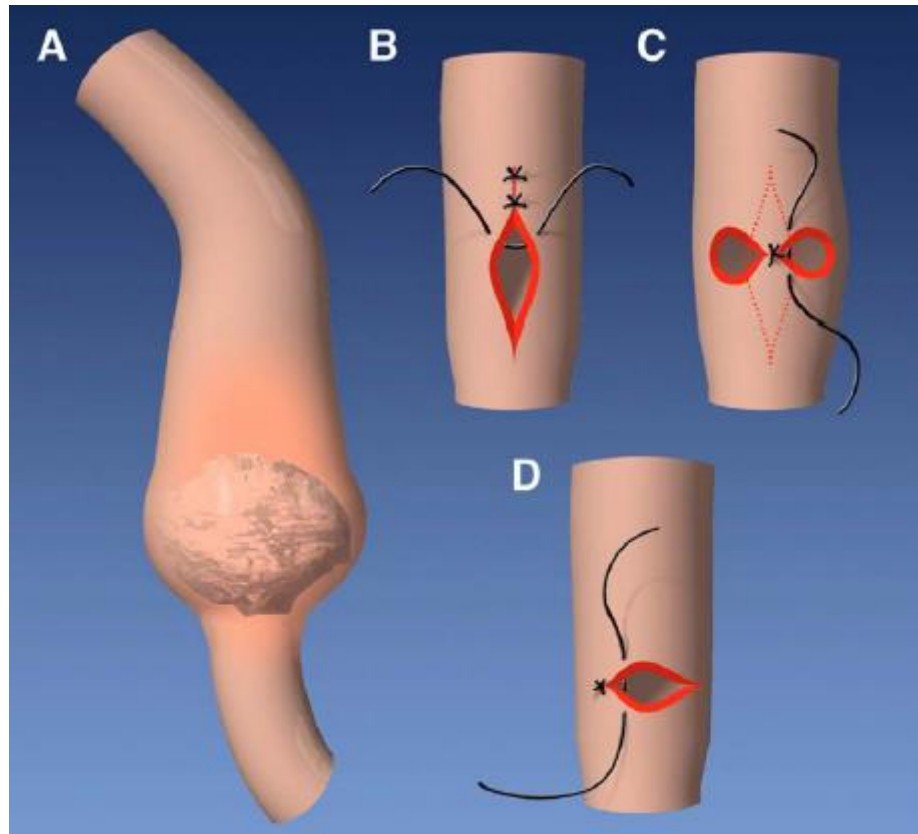
A principal indicação para esse procedimento é a remoção de cálculos ureterais obstrutivos ou outras causas de obstrução ureteral intraluminal (FOSSUM, 2008; KYLES *et al.*, 1998). Cálculos localizados no segmento proximal do ureter devem ser removidos por ureterotomia com a utilização de um tubo de nefrostomia para drenagem urinária (KYLES, *et al.*, 1998). O procedimento apresenta o risco de extravasamento urinário pós-operatório e formação de estenose no sítio cirúrgico, devendo ser realizado com cautela (FOSSUM, 2008). O procedimento pode ser desnecessário quando o cálculo localiza-se no ureter distal, podendo ser lavados (*flushing*) ou recuperados na bexiga por meio de cistotomia (FOSSUM, 2008).

A abordagem inicia-se com uma laparotomia mediana, na qual o cálculo poderá ser diretamente observado ou palpado. Se o cálculo não for identificado, uma cistotomia deverá ser realizada para que o ureter possa ser cateterizado através da bexiga (ADIN; SCANSEN, 2011; HARDIE; KYLES, 2004). Deve-se ter cautela na manipulação do ureter, pois os cálculos podem migrar, dificultando sua localização, ou até mesmo, irem para a pelve renal, o que acarretaria um novo procedimento cirúrgico (nefrotomia). A parte afetada do ureter é mobilizada do espaço retroperitoneal e a gordura ao redor do ureter deve ser dissecada. Incisões transversais ou longitudinais podem ser realizadas no ureter (Figura 1); entretanto, as transversais possuem a vantagem de haver menos tensão, ocorrendo cicatrização mais rápida (FOSSUM, 2008). A incisão é realizada na porção dilatada próxima à obstrução e o cálculo é removido.

Normalmente, o cálculo é facilmente removido, todavia, ocasionalmente, ele pode estar incorporado na parede ureteral (HARDIE; KYLES, 2004). Cuidados devem ser tomados para evitar que o cálculo não seja empurrado para a pelve renal durante a manipulação do ureter. Após a remoção do cálculo, o ureter deverá ser lavado com jatos de solução salina morna, utilizando um cateter pequeno, de borracha macia, colocado dentro do ureter proximal e distal à incisão (FOSSUM, 2008; HARDIE; KYLES, 2004). O cirurgião deverá assegurar-se de que cálculos adicionais não estejam presentes e que o ureter tenha sido desobstruído (FOSSUM, 2008; HARDIE; KYLES, 2004). A incisão é fechada com fio de sutura absorvível 5-0 a 7-0, com pontos interrompidos simples (FOSSUM, 2008). Se o ureter não estiver dilatado e se for provável a formação de constrição, deve-se fazer uma incisão longitudinal sobre o cálculo e fechar a incisão

transversalmente, para que o diâmetro luminal seja preservado (FOSSUM, 2008; MCLUGLIN; BJORLING, 2007) (Figura 1).

Figura 1 – Ureterotomia para a remoção de cálculo ureteral obstrutivo.



Fonte: McLouglin e Bjorling (2003)

A: Cálculo ureteral localizado no lúmen do ureter. A dilatação ureteral ocorre proximal ao local de obstrução. B: Uma incisão longitudinal é feita no segmento proximal à dilatação, sendo fechada longitudinalmente após a remoção do cálculo. C: Para preservação do diâmetro luminal, a incisão longitudinal pode ser fechada transversalmente. D: A incisão transversal é fechada transversalmente, após a remoção do ureterólito.

2.7.2.2 Ureteroneocistostomia

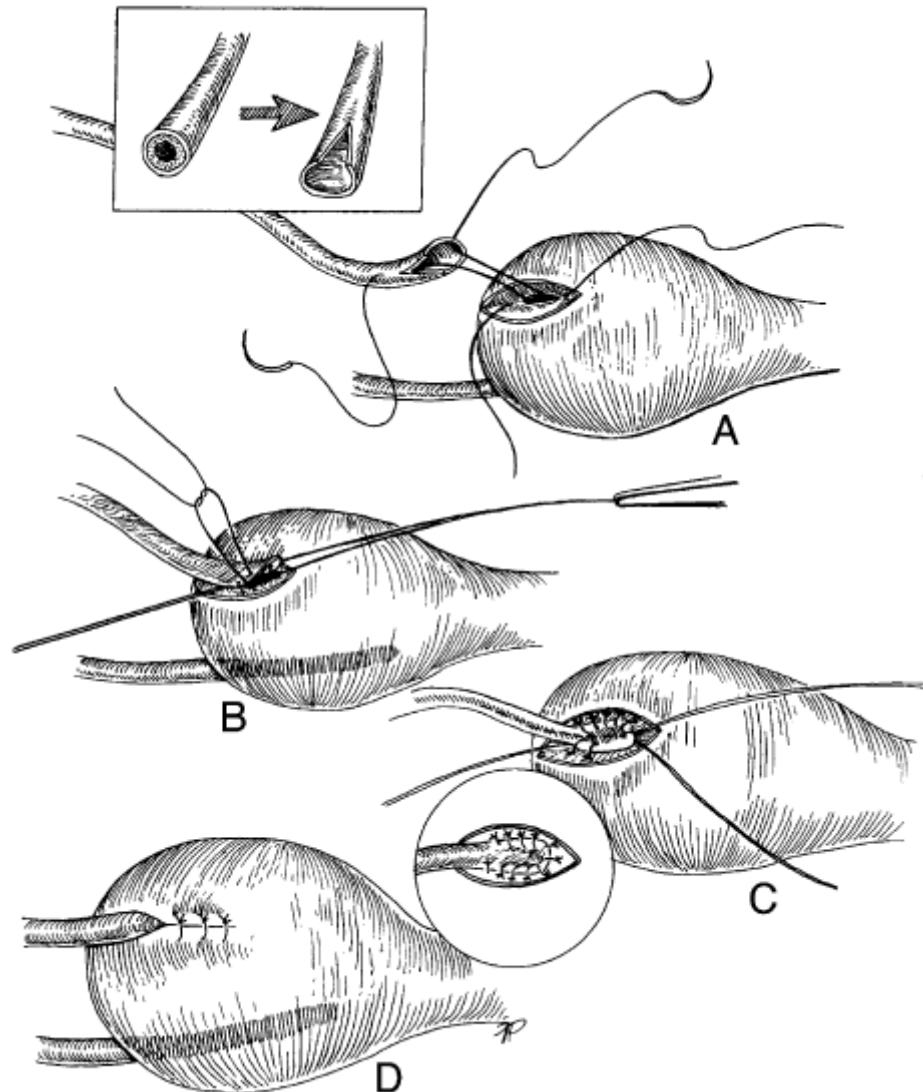
Essa técnica envolve a implantação do ureter distal dentro do lúmen da bexiga. O procedimento é indicado para se restabelecer o fluxo urinário após a ressecção de lesões ureterais distais, transplante renal, ectopia ureteral extramural e nos casos de avulsão do ureter (HARDIE; KYLES, 2004). Cálculos localizados nos dois terços distais do ureter podem ser removidos por ureterotomia parcial e ureteroneocistostomia (FOSSUM, 2008; KYLES *et al.*, 1998).

As técnicas cirúrgicas para ureteroneocistostomia podem ser divididas em intravesicais, como a técnica de aposição de mucosas, ou extravesicais, como a técnica de Lich-Gregoir modificada. A técnica de aposição de mucosas requer uma cistotomia de acesso, pois é realizada por dentro do lúmen da bexiga. A técnica de Lich-Gregoir modificada é bastante utilizada em gatos, principalmente quando há dilatação ureteral preexistente, pois está associada com menor grau de edema pós-operatório (HARDIE; KYLES, 2004).

A técnica de aposição de mucosas é realizada através de uma cistotomia ventral e inversão da bexiga, a fim de manter a exposição cirúrgica (HARDIE; KYLES, 2004). É feita uma incisão na mucosa da bexiga para criar um túnel na camada seromuscular, usando uma técnica anastomótica espatulada (LAING, 1999). O ureter distal é seccionado e preso por pinças hemostáticas, sendo posteriormente puxado para dentro da bexiga. A gordura periureteral é dissecada a uma distância de 0,5 a 1 cm, para preservação dos vasos sanguíneos. É realizada uma incisão longitudinal no ureter, de aproximadamente 0,5 cm de espatulação. A mucosa do ureter é suturada à mucosa da bexiga, utilizando um padrão de sutura simples interrompido (normalmente de oito a dez), para que ocorra aposição direta das mucosas (ADIN; SCANSEN, 2011). A mucosa da bexiga se torna progressivamente edemaciada nos gatos durante o procedimento, o que torna mais difícil a visualização e sutura, contribuindo para a obstrução ureteral no pós-operatório (HARDIE; KYLES, 2004).

A técnica Lich-Gregoir modificada não requer uma cistostomia para acesso. Uma incisão na camada seromuscular (1,0 cm) é feita no ápice da bexiga; uma incisão (0,5 cm) é feita então na mucosa, na face caudal da incisão seromuscular. A mucosa do ureter sofre espatulação, conforme descrito anteriormente. A mucosa do ureter é suturada à mucosa da bexiga de modo semelhante à técnica de aposição da mucosa. Um número mínimo de pontos isolados simples é necessário, normalmente seis, pois um número excessivo aumenta o risco de obstrução no pós-operatório. A camada seromuscular é fechada com pontos isolados simples, com o cuidado de não comprimir o ureter caudalmente (Figura 2). A camada seromuscular proporciona uma vedação eficiente, evitando a ocorrência de vazamentos de urina (HARDIE; KYLES, 2004). O uso dessa técnica diminuiu consideravelmente a taxa de obstrução pós-operatória em gatos, sendo o procedimento de eleição para a implantação ureteral em pequenos animais (ADIN; SCANSEN, 2011).

Figura 2 – Ureteroneocistotomia extravascular através da técnica Lich-Gregoir modificada.



Fonte: Bernstein *et al* (2000)

A, B: Uma incisão de 1,0 cm é realizada na camada seromuscular da bexiga, em seu ápice. Outra incisão (0,5 cm) é feita na mucosa, na face caudal da incisão seromuscular. É realizada uma incisão longitudinal no ureter, de aproximadamente 0,5 cm. A mucosa do ureter é espatulada e suturada à mucosa da bexiga. As primeiras duas suturas (fio monofilamentar 8-0) são colocadas cranialmente no ápice da espatulação e caudalmente na extremidade distal do ureter. C: Quatro suturas simples interrompidas adicionais são colocadas. D: A camada seromuscular é fechada com pontos isolados simples (fio monofilamentar 5-0).

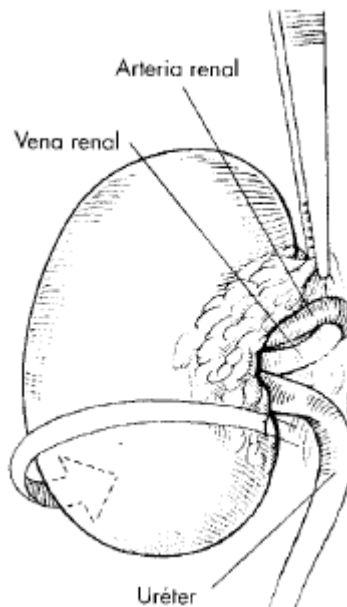
2.7.2.3 Nefroureterectomia

Quando há hidronefrose ou anormalidades ureterais que dificultem o reparo cirúrgico (como estenose, ruptura ou obstrução unilateral por cálculos), e se o rim oposto mantém sua função, a remoção do rim e ureter acometidos é uma opção para o tratamento da obstrução ureteral (FOSSUM, 2008; RAWLINGS; BJORLING; CHRISTIE, 2007).

A nefrectomia é a técnica mais simples e com menores complicações pós-operatórias, porém, como cerca de 30% dos gatos desenvolve doença renal crônica (DRC) e 40% tem recorrência de cálculos num intervalo médio de 12,5 meses (KYLES *et al.*, 2005). Deve-se preservar toda a função renal possível, o que não se verifica com esta técnica.

Primeiramente, é feita uma incisão longa na linha média ventral para exploração do abdômen e exame de ambos os rins; o rim acometido é dissecado de sua inserção sublombar; o rim deverá ser elevado e retraído medialmente para colocar a artéria e veia renais na superfície dorsal do hilo renal (Figura 3). A artéria renal deverá ser ligada duplamente com fio de sutura absorvível ou não absorvível, próximo à aorta abdominal; identificar a veia renal e realizar sua ligadura de forma semelhante; deve-se evitar a ligadura em conjunto da artéria e veia renais, para evitar a formação de fístula arteriovenosa. O ureter é isolado por dissecação, sendo ligado e seccionado na junção cistoureteral; rim e ureter deverão ser removidos e enviados para exame histopatológico (FOSSUM, 2008; RAWLINGS; BJORLING; CHRISTIE, 2007).

Figura 3 - Visualização da artéria e veia renais sobre a superfície dorsal do hilo renal durante o procedimento de nefroureterectomia.



Fonte: Fossum (2008)

2.7.3 Procedimentos Urológicos Minimamente Invasivos

Técnicas como a radiologia intervencionista (RI) e a endoscopia intervencionista (EI) facilitam abordagens minimamente invasivas tanto para o diagnóstico como para o tratamento de diversas doenças. A RI envolve o uso de fluoroscópio, assim como a EI o uso de endoscópio, fluoroscópio ou ultrassom (BERENT, 2011).

Atualmente, tem ocorrido uma expansão nas pesquisas veterinárias sobre o uso de novas técnicas minimamente invasivas no trato urinário superior de felinos. O aumento na incidência de ureterolitíase, juntamente com a invasividade e a morbidade associadas a técnicas cirúrgicas tradicionais, torna interessante o uso desses procedimentos. Na medicina humana, essas técnicas já são amplamente usadas e substituíram as cirurgias abertas (BERENT, 2011), sendo procedimentos semelhantes também aplicados em medicina veterinária com crescente popularidade.

2.7.3.1 Litotripsia extracorpórea por ondas de choque

Litotripsia extracorpórea por ondas de choque (LEOC) é uma técnica minimamente invasiva indicada para a fragmentação de cálculos distais de tamanho pequeno a moderado em gatos (3 a 5 mm) (BERENT, 2011). Para cálculos maiores que 5 mm, pode-se colocar um *stent* ureteral duplo *pigtail* antes da aplicação da LEOC, que auxilia na identificação e passagem dos fragmentos do cálculo pelo ureter.

Vários tipos de litotritores e lasers estão disponíveis, incluindo o ultrassônico, o pneumático, o eletro-hidráulico e os Hólmio: YAG lasers (BERENT, 2011). A LEOC transmite ondas de choque externas através de um meio aquoso, direcionado por orientação fluoroscópica em dois planos (BERENT, 2011). O urólito é irradiado em algum ponto, de 1.000 a 3.500 vezes, com diferentes níveis de energia para permitir a implosão e a fragmentação em pó. Os debris deverão ser eliminados por meio do ureter em um período de uma a duas semanas (BERENT, 2011).

Seu uso tem obtido sucesso variável na desobstrução de cálculos nos pacientes felinos em relação a cães, sendo efetiva em um pequeno número de casos (BLOCK *et al.*, 1996 *apud* BERENT, 2011). Além disso, alguns autores não recomendam seu uso em gatos, pelo fato de o rim felino ser mais sensível ao impacto da lesão induzida pelas ondas de choque (FOSSUM, 2008; HARDIE; KYLES, 2004).

2.7.3.2 Nefroureterolitotomia Percutânea

Essa técnica é indicada para a remoção de ureterólitos proximais ou nefrólitos, que são acessados através de nefroureteroscopia. É mais utilizada em cães devido ao diâmetro ureteral, mas pode ser tentada em gatos se o ureter e a pelve renal estiverem suficientemente dilatados para acomodar o ureteroscópio, que mede, aproximadamente, 2,7 mm (BERENT, 2011).

Uma agulha de acesso renal é inserida na pelve renal, sob orientação ultrassônica ou fluoroscópica; um fio-guia hidrofílico (0,018 polegadas) é introduzido pela agulha e avançado pelo ureter, interior da bexiga e para o exterior da uretra; um dilatador renal com balão ou um dilatador vascular serial é inserido sobre o fio, previamente carregado com um revestimento de acesso, de tamanho suficiente para caber o cistoscópio (11 Fr) ou ureteroscópio (8 Fr); o balão é inflado e o revestimento é colocado sobre ele, a fim de alcançar uma transição macia para o interior da pelve renal; o balão então é desinflado e removido sobre o fio; o endoscópio é avançado sobre o fio, em direção ao cálculo, e, após sua identificação, uma cesta de remoção de cálculos é utilizada para removê-lo através do revestimento de acesso. Como alternativa, pode-se fragmentar o urólito com um litotritor a laser (BERENT, 2011).

Stents nefroureterais podem ser colocados após a nefroureterolitotomia percutânea (NULP) de modo que a dilatação ureteral ocorra, permitindo que os fragmentos residuais do cálculo sejam liberados e que o edema ureteral retroceda. Esses *stents* podem ser também colocados via cistotomia ou ureterotomia, permanecendo por um período de duas a quatro semanas após a NULP (BERENT, 2011).

2.7.3.3 Colocação de *Stent* ureteral

A colocação de *stent* de forma minimamente invasiva em pacientes veterinários foi relatada pela primeira vez em 2005 (ADAMS, 2005 *apud* ADIN; SCANSEN, 2011), com relatos subsequentes demonstrando bons resultados em cães e gatos (BERENT, 2011).

A colocação de *stents* ureterais é uma modalidade de tratamento para a ureterolitíase felina, especialmente importante para pacientes que apresentam vários ureterólitos, recorrência da doença ou nefrólitos associados (PALM; WESTROPP, 2011). A colocação de *stents* ureterais diminui consideravelmente as complicações decorrentes da cirurgia (como vazamento de urina, estrangulamento, estenose e reobstrução) e pode estabilizar o

paciente enquanto se diminui a pressão na pelve renal, interrompendo o ciclo de morte do néfron devido à pressão e fibrose renal (BERENT, 2011; PALM; WESTROPP, 2011).

Os objetivos da colocação de *stent* ureteral incluem: desviar a urina da pelve renal diretamente para a bexiga, nos casos de obstrução por ureterólitos ou por estrangulamento/estenose ureteral (ZAID *et al.*, 2011); auxiliar na dilatação passiva do ureter, a fim de que ocorra futura passagem de cálculos; diminuir a tensão cirúrgica no ureter durante ou após a cirurgia, e prevenir o vazamento ou edema pós-operatório (BERENT, 2011); auxiliar na LEOC, para os casos de grandes ureterólitos (maiores que 4,0 a 5,0 mm) ou nefrólitos (maiores que 10 a 15 mm) obstrutivos, que poderiam resultar em obstruções ureterais seriadas (BERENT, 2011). *Stents* podem ser colocados após procedimentos intervencionistas, como litotripsia ou ureteroscopia, de modo a prevenir uma obstrução temporária causada por edema ou espasmo ureteral.

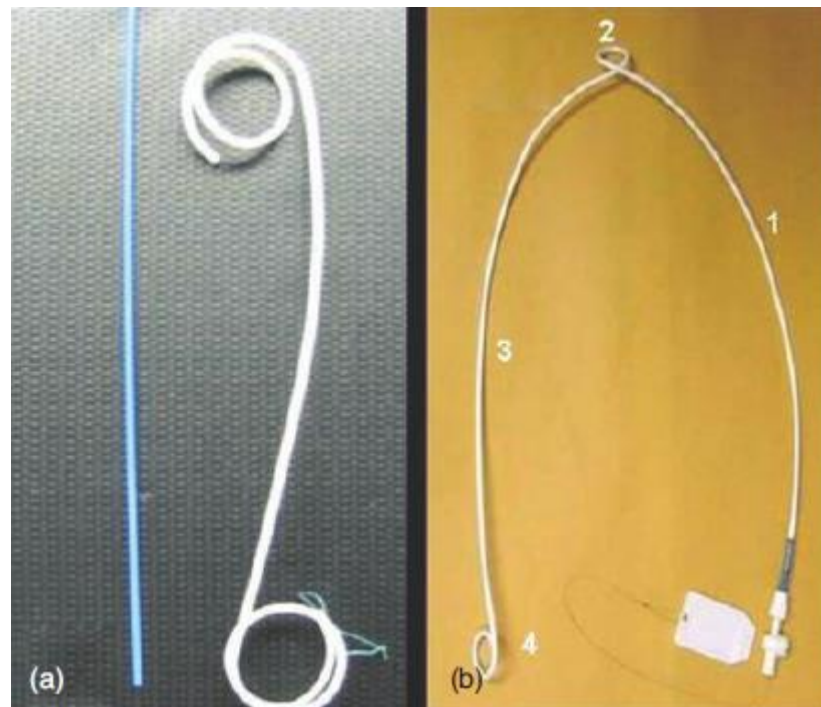
Existem três tipos principais de *stents*/cateteres ureterais, feitos de material poliuretano: (1) *Stent* ureteral duplo *pigtail* interno (Figura 5), que é o tipo mais utilizado em medicina veterinária, (2) o *stent* nefroureteral (Figura 4), e (3) cateter *pigtail* com alça de fechamento (Figura 5). O *stent pigtail* é o preferencialmente utilizado em gatos, é totalmente intracorpóreo e pode permanecer no local por meses ou anos se necessário, mas o ideal recomendado é por um período de até seis meses (BERENT, 2011). A alça desse *stent* é curvada, uma é inserida na bexiga e a outra na pelve renal, permitindo o desvio de urina diretamente do rim para a bexiga (BERENT, 2011).

Stents podem ser colocados tanto de forma minimamente invasiva, através da técnica de RI, como de maneira cirúrgica. Podem ser colocados de forma anterógrada através da pelve renal, percutânea ou cirurgicamente (durante ureterotomia, por exemplo), ou de forma retrógrada através do orifício ureteral, por cistoscópio ou cistostomia.

Em gatas, os *stents* ureterais são colocados, na maioria das vezes, de forma retrógrada por meio de cistoscopia ou via cistotomia, no qual são avançados através do orifício ureteral até a junção ureterovesical (BERENT, 2011). As técnicas retrógradas utilizam cistoscópio e fluoroscopia concomitantemente, com a necessidade de anestesia geral. Um fio-guia hidrofílico angulado (0,018 polegadas) é introduzido até o ureter distal da junção ureterovesicular, o qual é avançado retrogradamente por toda a extensão do ureter e, posteriormente, enrolado na pelve renal; um cateter ureteral (3 Fr) é avançado sobre o fio por orientação fluoroscópica e o fio-guia é, então, retirado. É realizado um ureteropielograma contrastado retrógrado a fim de verificar a presença de lesões, cálculos ou falhas de preenchimento no ureter ou na pelve renal. O fio é reavançado através do

cateter para o interior da pelve renal com posterior retirada do cateter; um *stent* ureteral duplo *pigtail* interno é colocado sobre o fio-guia com orientação do fluoroscópio, com uma alça permanecendo na pelve renal e a outra na bexiga. Nos felinos, o *stent* tipicamente utilizado é o duplo *pigtail* multifenestrado de 3 Fr com 12 cm (BERENT, 2011). Embora a técnica esteja descrita, foi documentado que esse procedimento, frequentemente, tem sofrido falhas em pacientes felinos (PALM; WESTROPP, 2011).

Figura 4 – Dois tipos diferentes de *stent*/cateter ureterais.



Fonte: Berent (2011)

A: Um cateter duplo J ureteral de 3 Fr de comprimento variável (8-20 cm) que permanece interno. A alça proximal permanece na pelve renal e a alça distal na bexiga. O tubo azul é um cateter empurrador que é utilizado para impulsionar o *stent* ureteral acima do fio guia. B: Um *stent* nefroureteral de 8 Fr. Esse *stent* (1) sai da parede corporal da margem da nefrostomia e atravessa o parênquima renal até alcançar a pelve renal na alça proximal (2). A haste do *stent* se aloja no ureter (3) e a alça distal (4) permanece na bexiga para completar a drenagem do sistema coletor urinário.

A técnica anterógrada é a mais indicada para felinos machos e requer um acesso renal percutâneo, realizado com agulha (21G x 7 cm) ou com agulha sobre cateter (22g), que pode ser feito tanto por ultrassom como por fluoroscópio. É realizado um pielograma anterógrado contrastado, com preenchimento da pelve renal e ureter, para visualização de todo procedimento através do fluoroscópio. Um cateter é inserido na pelve renal através do acesso criado, enquanto que um fio-guia é passado pelo interior do ureter, bexiga e

para fora da uretra, de modo a conseguir um acesso completo; o *stent* é, então, colocado de maneira retrógrada sobre o fio, ficando uma alça na pelve renal e a outra na bexiga (BERENT, 2011).

Figura 5 – Tipos de cateter/*stent* ureterais.



Fonte: Adin e Scansen (2011)

A: *Stent* ureteral duplo *pigtail*. Observa-se que ele apresenta vários furos laterais para facilitar a drenagem urinária. B: Um cateter de 5 Fr do tipo *pigtail* com alça de fechamento, utilizado na nefrostomia percutânea. O fio é utilizado para fechar a alça de modo que o cateter não seja desalojado.

A colocação cirúrgica do *stent* também pode ser realizada, por meio de laparotomia, colocando-o entre o rim e a bexiga, utilizando uma técnica coaxial (PALM; WESTROPP,

2011). Na maioria das vezes, as únicas incisões realizadas no sistema urinário são uma punção com agulha no rim e cistotomia. Após a colocação, a urina deve fluir através do lúmen do *stent*, ocorrendo, com o decorrer do tempo, a dilatação ureteral de forma passiva ao seu redor, o que permite também a passagem de cristais e, possivelmente, de cálculos. Normalmente, são deixados no trato urinário por um longo tempo, a menos que ele se torne contraindicado devido à infecção ou desconforto ao paciente (PALM; WESTROPP, 2011).

Há poucas publicações de pesquisa clínica em relação à aplicação de *stents* ureterais em cães e gatos (KYLES *et al.*, 2005), tampouco dados sobre resultados de uso a longo prazo de *stents* ureterais nesses animais (PALM; WESTROPP, 2011).

Figura 6 – Radiografia abdominal dorsoventral de uma gata após a colocação de um *stent* ureteral duplo *pigtail* para o tratamento da ureterolítase obstrutiva.



Fonte: Palm e Westropp (2011)

O uso de *stents* ureterais levou à diminuição na dilatação da pelve renal em seis de seis gatos, com diminuição da azotemia em cinco de seis gatos. Nesses animais, a aplicação do *stent* foi realizada como tratamento permanente, devido à estenose ureteral (ZAID *et al.*, 2011). Um paciente, que sofreu duas reimplantações ureterais (devido à estenose), o qual

não recebeu tratamento através da colocação de *stent*, não obteve melhora da dilatação da pelve renal e apenas houve redução mínima na concentração de creatinina sérica antes da alta (ZAID *et al.*, 2011).

2.7.3.4 Colocação de Tubo de Nefrostomia Percutânea

Tubos de nefrostomia devem ser utilizados nos procedimentos em que há uma alta probabilidade de extravazamento urinário pós-operatório, como na ureterotomia (FOSSUM, 2008). A colocação de um tubo de nefrostomia exige que a pelve renal esteja suficientemente dilatada (de 0,8 a 1,0 cm) (BERENT, 2011), podendo não ser possível sua realização em animais com obstrução ureteral aguda (FISCHER, 2006). Seu uso é indicado para pacientes azotêmicos e/ou desidratados que necessitem de estabilização antes serem submetidos ao procedimento cirúrgico (NWADIKE; WILSON; STONE, 2000), somado à vantagem de permitir a avaliação da função renal remanescente do rim obstruído (BERENT, 2011; HARDIE; KYLES, 2004). Além disso, a drenagem externa gera uma descompressão imediata da pelve renal, o que pode melhorar a filtração e proteger a função renal (BERENT, 2011).

Tradicionalmente, tubos de nefrostomia têm sido colocados cirurgicamente, utilizando cateter de borracha (5 Fr) ou cateter de Foley (FOSSUM, 2008). Apresenta alto risco de complicações pós-operatórias (mais do que 50%) e, por isso, tem sido evitado seu uso (HARDIE; KYLES, 2004; KYLES *et al.*, 2005). Essas complicações, frequentemente, são causadas por remoção ou desalojamento, vazamento de urina ou drenagem insuficiente (BERENT, 2011). O vazamento de urina geralmente ocorre pelo fato do orifício de entrada ser de tamanho considerável; o deslocamento do tubo ocorre devido à falta de ligação mecânica entre o cateter e a pelve renal (ADIN; SCANSEN, 2011). Essas complicações possivelmente ocorreram devido à falta de cateteres disponíveis, projetados para pequenos animais (ADIN; SCANSEN, 2011).

O surgimento de cateteres modernos possibilitou o aperfeiçoamento da técnica, realizada de forma percutânea, usando a técnica de Seldinger (ao longo de um fio), prevenindo o vazamento do local de inserção no rim (ADIN; SCANSEN, 2011). Os cateteres mais utilizados em gatos são 4 Fr e 5 Fr (Figura 5) (HARDIE; KYLES, 2004), colocados por orientação ultrassonográfica e fluoroscópica. Esses catéteres tem um tipo

de design *pigtail* que o retém mecanicamente na pelve renal, impedindo o desalojamento acidental.

A colocação do tubo de nefrostomia inicia-se sob orientação do ultrassom com uma agulha de acesso renal; um fio-guia é passado através da agulha sob orientação do fluoroscópio, e é enrolado dentro da pelve renal; um *stent* nefroureteral poderá ser colocado alternativamente, para um acesso completo (BERENT, 2011). O cateter *pigtail* com alça de fechamento é, então, avançado sobre o fio-guia para o interior da pelve renal, formando uma alça; a agulha de acesso é retirada, o cateter é lacrado e fixado à parede corporal, sendo externamente preso por um tipo de sutura denominada “armadilha de dedos chinesa”. O cateter de nefrostomia deve permanecer no local por duas a quatro semanas, para que a cicatrização da via ocorra (BERENT, 2011). Se necessário, o cateter pode ser removido e a via fechada cirurgicamente.

2.8 Complicações Clínicas

A presença de cálculos nos ureteres poderá resultar em obstrução completa ou parcial do sistema coletor urinário e, subsequentemente, causar hidronefrose e/ou hidroureter (HECHT *et al.*, 2009). A obstrução ureteral completa, se não diagnosticada e tratada em tempo hábil, causará danos irreversíveis ao parênquima renal, necessitando de cuidados permanentes, ou resultar na morte do paciente acometido (FISCHER, 2006).

Uma obstrução ureteral de longa duração poderá causar uma atrofia renal progressiva, com grave fibrose intersticial, resultando em um rim em estágio terminal com uma grave hidronefrose (FISCHER, 2006). Hidronefrose é a dilatação progressiva da pelve e dos cálices renais associadas à atrofia progressiva do parênquima renal devido à obstrução do fluxo urinário (RAWLINGS; BJORLING; CHRISTIE, 2007). Quando a obstrução é bilateral, geralmente, o animal morre entre três a seis dias (MCCLOUGHLIN; BJORLING, 2007), ou seja, antes que a atrofia causada pela pressão possa provocar redução na massa renal. Nos casos em que a obstrução é unilateral, o grau de hidronefrose pode chegar ao seu máximo, com a pelve renal totalmente dilatada e o parênquima resultando apenas em uma cápsula delgada. Muitas vezes, o ureter do rim hidronefrótico é parcialmente obstruído, e, mesmo produzindo grande quantidade de urina de má qualidade e contribuindo pouco para redução da azotemia, oferece função excretora importante para evitar a sobrecarga de volume e hipercalemia (FISCHER, 2006).

No ureter, a obstrução ocasiona hidroureter e espessamento da camada de músculo liso. Esse espessamento é causado pela hipertrofia muscular, que é gradualmente substituído por tecido fibroso. Mais de 90% da camada de músculo liso é substituída por tecido fibroso após 42 dias de obstrução no rato, mas em gatos esse dado é desconhecido (HARDIE; KYLES, 2004).

Kyles *et al.* (2005) relataram dois estudos retrospectivos utilizando 153 e 163 felinos com cálculos ureterais. Houve um grande número de complicações relacionadas aos procedimentos (acima de 30%) e mortalidade (18% a 39%, dependendo do tipo de manejo) documentados. A maioria das complicações associadas à cirurgia foi causada por edema local, recorrência de cálculos que passaram para a pelve renal no sítio cirúrgico, formação de estrangulamento e vazamento de urina associado à ureterotomia ou tubo de nefrostomia (KYLES *et al.*, 2005). Mais de 10% dos gatos que sobreviveram às complicações cirúrgicas exigiram uma segunda intervenção cirúrgica, sendo 30% desses animais, subsequentemente, submetidos à eutanásia ou foram a óbito devido a complicações seriadas associadas a cálculos ou cirurgias ureterais (KYLES *et al.*, 2005). De acordo com Kyles e colaboradores (1998), apesar do grande número de complicações associadas à remoção cirúrgica do cálculo ureteral, o acompanhamento durante longo período dos pacientes que a realizaram demonstrou que a cirurgia melhorou ou preservou a função renal.

Uma das complicações pós-operatórias mais comuns é vazamento urinário (FOSSUM, 2008), que normalmente ocorre nos primeiros três a cinco dias após a cirurgia ureteral (ADIN; SCANSEN, 2011). Uroabdomen foi a complicação mais relatada em uma série de 101 gatos que sobreviveram após serem submetidos à cirurgia do trato urinário superior, perfazendo 16% do total de animais. Isso ocorreu tanto após a realização da ureterotomia (em 11 de 70 animais expostos ao procedimento [16%]) quanto após a ureteroneocistotomia (em 4 de 27 animais [15%]), sugerindo que nenhuma das técnicas possui vantagem significativa sobre a outra (KYLES *et al.*, 2005). Apesar de tubos de nefrostomia serem usados com o intuito de prevenir o vazamento urinário (BERENT, 2011; FOSSUM, 2008), a ocorrência de uroabdomen foi ainda maior nos felinos que receberam esse procedimento (6 de 24 animais [25%]) em comparação com os que não o fizeram (8 de 64 animais [12%]) (KYLES *et al.*, 2005).

Um estudo utilizando 10 gatos com estenose ureteral, concluiu que a cirurgia ureteral foi a causa mais comum de estenose na população de felinos (ZAID *et al.*, 2011). Já em outro estudo, a estenose ureteral foi a segunda complicação mais comum após a cirurgia

ureteral em gatos, ocorrendo em 5 de 101 (5%), submetidos à ureterotomia (2 de 70 [2,9%]) ou ureteroneocistotomia (3 de 27 [11%]) (KYLES *et al.*, 2005).

A taxa de reincidência da ureterolitíase após a remoção é desconhecida (HARDIE; KYLES, 2004), entretanto, se as causas subjacentes não forem tratadas, os urólitos serão novamente formados, geralmente em alguns meses ou até em poucas semanas (FOSSUM, 2008) resultando em perda da função renal (KYLES *et al.*, 1998). Um estudo retrospectivo de caso-controle, que avaliou a recorrência de urólitos de CaOx em 2.393 felinos, relatou que 6,8% dos animais apresentou um novo cálculo de mesma composição em um período de 2 anos (ALBASAN *et al.*, 2009). Já no estudo de Kyles *et al.* (2005), 40% dos gatos (14 de 35 animais) que foram submetidos a uma série de exames de imagem após o tratamento, apresentaram evidências da recorrência da ureterolitíase.

A ureterolitíase obstrutiva é considerada uma das causas de DRC (SYME *et al.*, 2006). A doença renal crônica é comum no momento do diagnóstico de ureterolitíase (mais de 75% dos animais estavam azotêmicos, com obstrução unilateral) e a azotemia persistente é um problema comum após uma intervenção de sucesso (mais de 50% dos gatos) (KYLES *et al.*, 2005). Gatos com ureterolitíase que apresentam DRC são classificados predominantemente no estágio 2, segundo critérios designados pela IRIS (International Renal Interest Society), o que permite um tempo relativamente maior de sobrevivência (BERENT, 2011; PIMENTA *et al.*, 2014). O manejo da DRC é necessário e envolve mudanças na dieta, uso de quelantes de fósforo, antiácidos e inibidores da enzima conversora de angiotensina, nos casos de proteinúria (BERENT, 2011).

Foram observadas algumas complicações pós-operatórias após a colocação de *stent* ureteral duplo *pigtail* multifenestrado em 15 felinos, para o tratamento de ureterolitíase obstrutiva. Essas complicações incluíram disúria (em três gatos, entre 15 dias e três meses após o procedimento), infecção do trato urinário (um caso, após um mês), migração (um caso, após 19 meses) e obstrução do *stent* (três casos, entre dois a oito meses após a cirurgia) (MANASSERO *et al.*, 2014). Já em outro estudo que realizou a colocação de *stent* duplo-J em nove gatos, houve complicações como migração do *stent* (um caso, não necessitando sua retirada), incrustação e estrangúria persistente (um caso em cada), necessitando a remoção do *stent*, 90 e 123 dias após o procedimento, respectivamente (NICOLI *et al.*, 2012).

2.9 Prevenção

Como não há tratamento para a dissolução de cálculos de CaOx, protocolos médicos e nutricionais devem ser instaurados para minimizar sua recorrência. Um número significativo de felinos apresentam recidiva em um período de dois anos após o primeiro episódio, caso medidas preventivas não forem tomadas (LULICH *et al.*, 2004). Como o ideal para prevenção de urólitos de CaOx, a urina deve ser diluída, o pH deve permanecer em um intervalo de neutralidade à alcalinidade e a cristalúria por CaOx não deve estar presente (BARTGES; KIRK, 2006).

A terapia dietética é o principal meio de prevenção da recorrência de urólitos de CaOx (ADIN; SCANSEN, 2011). Geralmente as dietas são formuladas com um maior teor de umidade, reduzida concentração de cálcio, ácido oxálico e sódio, com adição de citrato de potássio. Os principais objetivos dessa terapia são reduzir a concentração de cálcio e oxalato na urina, promover uma alta concentração e atividade dos inibidores do crescimento e agregadores de cristais de CaOx, reduzir a acidez urinária e promover uma urina diluída (LULICH *et al.*, 2004). Foi comprovado que o consumo de dietas terapêuticas por gatos saudáveis resultou na produção de uma urina subsaturada por CaOx (BARTGES; KIRK; LANE, 2004). De acordo com estudo produzido por Lulich e colaboradores (2004), o uso de dietas preventivas para urólitos de CaOx em gatos com histórico da doença, resultou em uma diminuição da saturação urinária, convertendo a urina de um estado de supersaturação para um estado metaestável; também foi possível verificar que o uso de dietas com baixo teor de cálcio diminui a calciúria nesses animais.

As dietas devem ser enriquecidas com vitamina B6, pois sua deficiência promove a produção endógena de oxalato e subsequente excreção (BARTGES; KIRK, 2006). A maioria das rações comerciais formuladas para felinos apresentam níveis satisfatórios de vitamina B6, não sendo sua suplementação necessária, exceto nas dietas caseiras (2,0 mg / kg, por via oral, a cada 24 horas). O fósforo da dieta não deve ser restrito, pois sua redução está associada à ativação da vitamina D, que promove a absorção de cálcio intestinal, resultando em hipercalciúria (BARTGES; KIRK, 2006). Além da vitamina D, devem ser evitados níveis excessivos de vitamina C, pois é um importante precursor do ácido oxálico, além de acidificar a urina.

O aumento da ingestão de água também tem sido recomendado, podendo ser realizado, de forma mais prática, através do oferecimento de alimento úmido (ração enlatada, pastosa) (LULICH *et al.*, 2004). O objetivo consiste em alcançar uma densidade urinária

inferior a 1,030 (BARTGES; KIRK, 2006). Ao aumentar a ingestão de água, a concentração urinária de minerais calcilogênicos é reduzida. Além disso, um maior volume urinário, normalmente, aumenta o trânsito urinário e a frequência de micção, reduzindo o tempo de retenção urinária necessária para a formação e crescimento de cristais (BARTGES; KIRK, 2006). Não é recomendado adicionar cloreto de sódio na dieta para aumentar a ingestão de água, pois pode haver aumento na excreção urinária de cálcio, além de contribuir para maior dano renal em gatos com função renal diminuída (BARTGES; KIRK, 2006).

Se for constatado hipercalcemia no paciente, a causa subjacente deverá ser investigada e tratada, já que fatores metabólicos poderão estar envolvidos (PALM; WESTROPP, 2011). A prevenção da hipercalcemia pode ser feita com uma dieta rica em fibras, juntamente com a administração de citrato de potássio, um agente alcalinizante da urina, na dose de 50 mg/kg duas vezes ao dia, para manter o pH urinário na faixa de 7,0 a 7,5 (ADIN; SCANSEN, 2011; BARTGES; KIRK; LANE, 2004). O uso de citrato de potássio é também justificado por inibir a nucleação de cristais de CaOx, já que é um quelante de cálcio, formando sais solúveis na urina (BARTGES; KIRK, 2006). É contraindicado com o uso concomitante de alumínio (risco de toxicidade) e com antiácidos (risco de ocorrer alcalose metabólica) (PALM; WESTROPP, 2011).

Tem sido proposto o uso da hidroclorotiazida (2,0 a 4,0 mg/kg, por via oral, a cada 12 horas), um diurético tiazínico, para prevenir a ocorrência de urolitíase por CaOx em felinos (BARTGES; KIRK; LANE, 2004); entretanto sua eficácia é desconhecida. É contraindicada em felinos com azotemia moderada a grave, pois pode causar desconforto gastrointestinal (PALM; WESTROPP, 2011).

Devido às altas taxas de recidiva de urólitos de CaOX após o tratamento, é recomendada a realização de exames de imagem seriadas para o resto da vida do animal. A radiografia é uma boa ferramenta para isso, pois é possível detectar cálculos radiopacos, como os de CaOx. Recomenda-se a sua realização a cada três a seis meses (BARTGES; KIRK; LANE, 2004), com a associação da ultrassonografia quando houver evidências de diminuição da função renal (ADIN; SCANSEN, 2011).

2.10 Prognóstico

O prognóstico para a obstrução ureteral é altamente dependente das ferramentas terapêuticas disponíveis e da habilidade do cirurgião. O reestabelecimento da função renal

após a desobstrução ureteral depende de vários fatores, incluindo a duração e o grau de obstrução, além dos cuidados pós-operatórios tomados (PALM; WESTROPP, 2011).

Se a obstrução se mantiver por um período de uma semana, a capacidade de concentração urinária poderá ser restabelecida, já que a lesão renal é reversível; se for inferior a quatro semanas, até 25% da função poderá ser reconstituída, entretanto, se for superior a este período, a capacidade de concentração urinária será prejudicada e os danos serão permanentes (FISCHER, 2006; HARDIE; KYLES, 2004; RAWLINGS; BJORLING; CHRISTIE, 2007). Considerando um estudo experimental realizado em cães, após quatro dias de obstrução a função renal foi quase ou totalmente restabelecida; após quatorze dias, 46% da função retornou dentro de um período de quatro meses (WEN *et al.*, 1999).

Em um estudo realizado em cães submetidos à ligação do ureter, houve redução da TFG do rim obstruído em 50% em 24 horas, 30% em seis dias, 20% em duas semanas e 12% em oito semanas de obstrução (VAUGHAN; SORENSON; GILLENWATER, 1970 *apud* FISCHER, 2006). Já em outro estudo, também realizado em cães, observou-se que após sete dias de obstrução, a TFG foi permanentemente diminuída em 35%, e, quando a duração da obstrução foi de 14 dias, a TFG diminuiu em 54% (VAUGHAN; SWEET; GILLENWATER, 1973 *apud* BERENT, 2011).

Em relação ao grau de obstrução, quando o rim contralateral está funcionando para compensar a função renal diminuída, danos irreversíveis ocorrem mais rapidamente e o retorno da função renal ocorre mais lentamente, em comparação a uma obstrução ureteral bilateral (FISCHER, 2006; HARDIE; KYLES, 2004). Em contraste com a rápida irreversibilidade da função renal na obstrução completa, a obstrução parcial resulta em danos menos graves ao rim e ao maior retorno da função renal. Em cães, a TFG retornou ao normal após quatro semanas de obstrução ureteral parcial (WEN *et al.*, 1999).

Uma universidade com vasta experiência em cirurgia ureteral obteve resultados favoráveis, com uma taxa de sobrevivência de 75%; entretanto, a taxa de complicações pós-operatórias foi de 30% (KYLES *et al.*, 2005). As taxas de sobrevida 12 meses após o tratamento foram de 66% para gatos tratados clinicamente e de 91% para aqueles tratados cirurgicamente (KYLES *et al.*, 2005), evidenciando que, apesar de todas as complicações associadas à cirurgia, as taxas de sobrevivência foram maiores nos felinos nos quais foram realizadas intervenções quando comparado com aqueles pacientes tratados apenas com tratamento conservador.

3 CONCLUSÃO

O ureter é um órgão de difícil acesso, tanto para o diagnóstico quanto para cirurgia. Com os recentes avanços nas técnicas urológicas intervencionistas veterinárias, o diagnóstico e tratamento tornaram-se muito menos invasivos e podem ocorrer de forma simultânea. O treinamento adequado de veterinários e a disponibilidade de equipamentos especializados, como o fluoroscópio, são necessários para a realização desses procedimentos, que tendem a ser utilizados futuramente. O conhecimento dessas técnicas poderá auxiliar os clínicos veterinários a ampliar as possibilidades de estratégias de tratamento disponíveis, para o melhor manejo dos pacientes felinos com ureterolitíase e, assim, reduzir eficientemente as complicações das cirurgias ureterais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACHAR, E. et al. Amitriptyline eliminates calculi through urinary tract smooth muscle relaxation. **Kidney International**, v. 64, p. 1356-1364, 2003.
- ADIN, C.A. et al. Antegrade pyelography for suspected ureteral obstruction in cats: 11 cases (1995-2001). **Journal of North American Veterinary Medicine Association**, v. 222, n. 11, p. 1576-1581, June 2003.
- ADIN, C.A.; SCANSEN, B.A. Complications of upper urinary tract surgery in companion animals. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 41, p. 869-888, 2011.
- ALBASAN, H. et al. Rate and frequency of recurrence of uroliths after an initial ammonium urate, calcium oxalate, or struvite urolith in cats. **Journal of North American Veterinary Medicine Association**, v. 235, p. 1450-1455, 2009.
- BARTGES, J.W. Calcium oxalate urolithiasis. In: AUGUST, J.R. **Consultations in Feline Internal Medicine**. 4. ed. Philadelphia: WB Saunders, 2001. p. 352-64.
- BARTGES, J.W.; KIRK, C.A. Terapia Dietética nas Doenças do Trato Urinário Inferior. In: AUGUST, J.R. **Medicina Interna de Felinos**. 6. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. cap. 9, p. 90-105.
- BARTGES, J.W.; KIRK, C.A. Dietary Considerations for Calcium Oxalate Urolithiasis. In: AUGUST, J.R. **Consultations in Feline Internal Medicine**. 5. ed. St. Louis: Elsevier Saunders, 2006. cap. 46, p. 423-433.
- BARTGES, J.W.; KIRK, C.A.; LANE, I.F. Update: management of calcium oxalate uroliths in dogs and cats. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 34, p. 969-987, 2004.
- BARTHEZ, P.Y. et al. Ureteral obstruction after ureteroneocystostomy in dogs assessed by technetium TC 99m diethylenetriamine pentaacetic acid (DTPA) scintigraphy. **Veterinary Surgery**, v. 29, p. 499-506, 2000.
- BERENT, A.C. Técnicas Urológicas Intervencionistas no Paciente Felino. In: AUGUST, J.R. **Medicina Interna de Felinos**. 6. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. cap. 52, p. 518-531.
- BERENT, A.C. Ureteral obstructions in dogs and cats: a review of traditional and new interventional diagnostic and therapeutic options. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, n. 21, v. 2, p. 86-103, 2011.
- BERNSTEEN, L. et al. Renal transplantation in cats. **Clinical Techniques in Small Animal Practice**, v. 15, p. 40-45, 2000.
- BIRCHARD, S.J.; SHERDING, R.G. **Manual Saunders: Clínica de Pequenos Animais**. 2. ed. São Paulo: Roca Ltda, 2003.

BUFFINGTON, C.A.; ROGERS, Q.R.; MORRIS, J.G. Effect of diet on struvite activity product in feline urine. **American Journal of Veterinary Research**, v. 51, p. 2025-2030, 1990.

CANNON, A.B. et al. Evaluation of trends in urolith composition in cats: 5.230 cases (1985-2004). **Journal of North American Veterinary Medicine Association**, v. 231, p. 570-576, 2007.

FISCHER, J.R. Acute Ureteral Obstruction. In: AUGUST, J.R. **Consultations in Feline Internal Medicine**. St. Louis: Elsevier Saunders, 2006. Cap. 41, p. 379-387.

FOSSUM, T.W. Cirurgia do Rim e Ureter. In: _____ **Cirurgia de Pequenos Animais**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. cap. 24, p. 635-662.

HARDIE, E.M.; KYLES, A.E. Management of ureteral obstruction. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 34, p. 989-1010, 2004.

HECHT, S. et al. ^{99m}TC-DTPA diuretic renal scintigraphy in cats with nephroureterolithiasis. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v. 12, p. 423-430, sept. 2009.

JARRETA, G.B. **Estudo do tempo de excreção renal através da cintilografia em felinos domésticos**. 2005. 116 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

KYLES, A.E. et al. Diagnosis and surgical management of obstructive ureteral calculi in cats: 11 cases (1993-1996). **Journal of North American Veterinary Medicine Association**, v. 2013, n. 8, p. 1150-1156, 1998.

KYLES, A.E. et al. Clinical, clinicopathologic, radiographic, and ultrasonographic abnormalities in cats with ureteral calculi: 163 cases (1984-2002). **Journal of North American Veterinary Medicine Association**, v. 226, n. 6, p. 932-936, mar. 2005.

KYLES, A.E. et al. Management and outcome of cats with ureteral calculi: 153 cases (1984-2002). **Journal of North American Veterinary Medicine Association**, v. 226, p. 937-944, 2005.

LAING, E.J. Sistema Urogenital. In: HARARI, J. **Cirurgia de Pequenos Animais**. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda., 1999. cap. 12, p. 196-222.

LEKCHAROENSUK, C. et al. Association between patient related factors and risk of calcium oxalate and magnesium ammonium phosphate urolithiasis in cats. **Journal of North American Veterinary Medicine Association**, v. 217, p. 520-525, 2000.

LEKCHAROENSUK, C. et al. Trends in the frequency of calcium oxalate uroliths in the upper urinary tract of cats. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 41, p. 39-46, 2005.

LULICH, J.P. et al. Effects of diet on urine composition of cats with calcium oxalate urolithiasis. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 40, p. 185-191, 2004.

- MANASSERO, M. et al. Indwelling double pigtail ureteral stent combined or not with surgery for feline ureterolithiasis: complications and outcome in 15 cases. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v. 16, n. 8, p. 623-630, 2014.
- MCLOUGHLIN, M.A.; BJORLING, D.E. Ureteres. In: SLATTER, D. **Manual de Cirurgia de Pequenos Animais**. 3. ed. São Paulo: Manole, 2007. v. 2, cap. 110, p. 1619-1628.
- MIDKIFF, A.M. et al. Idiopathic hypercalcemia in cats. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 14, p. 619-626, 2000.
- MITTAL, R.D.; KUMAR, R. Gut-inhabiting bacterium *Oxalobacter formigenes*: role in calcium oxalate urolithiasis. **Journal of Endourology**, v. 18, p. 418-424, 2004.
- NICOLI, S. et al. Double-J stenting in nine cats with ureteral obstruction. **The Veterinary Journal**, v. 194, p. 60-65, 2012.
- NORSWORTHY, G.D. Urolithiasis. In: NORSWORTHY, G.D. et al. **The Feline Patient**. 4. ed. Iowa: Wiley Blackwell, 2011. Cap. 222, p. 538-542.
- NWADIKE, B.S.; WILSON, L.P.; STONE, E.A. Use of bilateral temporary nephrostomy catheters for emergency treatment of bilateral ureter transaction in a cat. **Journal of North American Veterinary Medicine Association**, v. 217, n. 12, p.1862-1865, dec. 2000.
- OSBORNE, C.A. et al. Analysis of 451,891 canine uroliths, feline uroliths, and feline urethral plugs from 1981 to 2007: Perspectives from the Minnesota Urolith Center. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 39, p. 183-197, 2008.
- PALM, C.; WESTROPP, J. Cats And Calcium Oxalate: Strategies For Managing Lower And Upper Tract Stone Disease. **Journal of Feline Medicine And Surgery**, v. 13, n. 9, p. 651-660, 2011.
- PIMENTA, M.M. et al. Estudo da ocorrência de litíase renal e ureteral em gatos com doença renal crônica. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 34, n. 6, p. 555-561, 2014.
- RAWLINGS, C.A.; BJORLING, D.E.; CHRISTIE, B.A. Rins. In: SLATTER, D. **Manual de Cirurgia de Pequenos Animais**. 3. ed. São Paulo: Manole, 2007. v. 2, cap. 109, p. 1606-1619.
- SCHERK, M.; LITTLE, S.E. Urinary tract disorders. In: LITTLE, S.E. **The Cat: Clinical medicine and management**. St. Louis: Elsevier, cap. 32, p. 935-1013, 2012.
- SHIPOV, A.; SEGEV, G. Ureteral obstruction in dogs and cats. **Israel Journal of Veterinary Medicine**, v. 68, p. 71-77, 2013.
- STOLLER, M.L. et al. The primary stone event: a new hypothesis involving a vascular etiology. **Journal of Urology**, v. 171, p. 1920-1924, 2004.
- SYME, H. M. et al. Survival of cats with naturally occurring chronic renal failure is related to severity of proteinuria. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 20, p. 528-535, 2006.

VIEIRA, R.R. et al. Sinais de ureterolitíase na tomografia computadorizada helicoidal sem contraste: ensaio iconográfico e revisão da literatura. **Radiologia Brasileira**, n. 37, v. 6, p. 441-444, 2004.

WEN, J.G. et al. Obstructive nephropathy: an update of the experimental research. **Urological Research**, p. 27-29, 1999.

ZAID, M.S. Feline ureteral strictures: 10 cases (2007-2009). **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 25, p. 222-229, 2011.