

Direction des bibliothèques

AVIS

Ce document a été numérisé par la Division de la gestion des documents et des archives de l'Université de Montréal.

L'auteur a autorisé l'Université de Montréal à reproduire et diffuser, en totalité ou en partie, par quelque moyen que ce soit et sur quelque support que ce soit, et exclusivement à des fins non lucratives d'enseignement et de recherche, des copies de ce mémoire ou de cette thèse.

L'auteur et les coauteurs le cas échéant conservent la propriété du droit d'auteur et des droits moraux qui protègent ce document. Ni la thèse ou le mémoire, ni des extraits substantiels de ce document, ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans l'autorisation de l'auteur.

Afin de se conformer à la Loi canadienne sur la protection des renseignements personnels, quelques formulaires secondaires, coordonnées ou signatures intégrées au texte ont pu être enlevés de ce document. Bien que cela ait pu affecter la pagination, il n'y a aucun contenu manquant.

NOTICE

This document was digitized by the Records Management & Archives Division of Université de Montréal.

The author of this thesis or dissertation has granted a nonexclusive license allowing Université de Montréal to reproduce and publish the document, in part or in whole, and in any format, solely for noncommercial educational and research purposes.

The author and co-authors if applicable retain copyright ownership and moral rights in this document. Neither the whole thesis or dissertation, nor substantial extracts from it, may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

In compliance with the Canadian Privacy Act some supporting forms, contact information or signatures may have been removed from the document. While this may affect the document page count, it does not represent any loss of content from the document.

Université de Montréal

**Utilisation de la lithotripsie
électrohydraulique pour traiter des calculs
vésicaux et urétraux chez 28 chiens**

par

Alice Defarges

Département des sciences cliniques
Faculté de médecine vétérinaire

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures
en vue de l'obtention du grade
Maître ès sciences (M.Sc.)
en sciences vétérinaires
option sciences cliniques

Décembre, 2007

©Alice Defarges, 2007



Université de Montréal
Faculté des études supérieures

Ce mémoire intitulé

**Utilisation de la lithotripsie
électrohydraulique pour traiter des calculs
vésicaux et urétraux chez 28 chiens**

présenté par

Alice Defarges

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes

Sheila Laverty, présidente-rapporteuse

Marilyn Dunn, directrice de recherche

Pierre Helie, membre du jury

Résumé

Introduction: La lithotripsie électrohydraulique (LEH) est une alternative à la cystotomie en médecine humaine pour traiter les calculs urinaires. Cette étude prospective vise à évaluer l'efficacité et l'innocuité de la LEH pour traiter les calculs urinaires chez les chiens.

Hypothèse: La LEH est une technique efficace et sécuritaire pour traiter les calculs urinaires chez les chiens.

Méthodes: Les chiens présentant des calculs urétraux ou vésicaux diagnostiqués par radiographie ou échographie, ont été inclus entre le 1er Janvier 2005 et le 1er Juin 2007. Un examen physique, une héματο-biochimie, une urologie et une culture urinaire ont été suivis de la LEH et de l'urohydropulsion sous anesthésie générale. Après 12 heures de fluidothérapie intraveineuse et une échographie de contrôle, les patients sont partis sous antibiotiques et anti-inflammatoires non stéroïdiens pour 5 jours. Ils ont été réévalués 1, 3 et 6 mois après par un examen physique, une urologie et une échographie.

Résultats: Vingt-huit cas (19 mâles, 9 femelles) ont subi une EHL, 23 dans la vessie et 12 dans l'urètre. Le poids médian était 8.3kg. Vingt-deux cas présentaient des oxalates de calcium, 4 des struvites, et 2 des calculs mixtes. Les meilleurs résultats (absence de calculs) ont été notés chez les femelles et pour les calculs urétraux chez les mâles. Aucune complication majeure n'a été notée. Douze cas ont présenté une récurrence en 6mois.

Conclusions: La LEH est une bonne alternative à la chirurgie pour le traitement des calculs vésicaux chez les chiennes et urétraux chez les chiens.

Mots clés: lithotripsie, calculs vésicaux, calculs urétraux, chiens, urohydropulsion.

Abstract

Background: Electrohydraulic lithotripsy (EHL) has been used as an alternative to cystotomy in human medicine to remove urinary stones. This prospective study evaluated the efficacy and safety of EHL to remove urolithiasis in dogs.

Hypothesis: EHL is an efficient and safe method to treat of bladder and urethral stones in dogs.

Methods: Dogs presenting between January 1st 2005 and June 1st 2007 with lower urinary tract stones diagnosed by radiographs or ultrasound were included in the study. Physical examination, hematology, biochemistry, urinalysis and urine culture were performed at presentation. EHL and voiding urohydropulsion were done under general anesthesia. Patients received 12 hours of intravenous fluids after which they were rechecked by ultrasound and discharged with antibiotics and anti-inflammatory drugs for 5 days. All patients were reevaluated 1, 3 and 6 months after presentation by physical exam, urinalysis and ultrasound.

Results: Twenty eight dogs (19 males, 9 females) presenting bladder and/or urethral stones underwent lithotripsy. Median weight was 8.3 kg. Calcium oxalates were present in 22 cases, struvites in 4 and mixed stones in 2. Fragmentation was done in the bladder (23 cases) and in the urethra (12 cases). Stone free rate was higher for urethral than bladder stones in males and higher for bladder stones in females than in males. No major complications were reported. Within 6 months 12 dogs relapsed.

Conclusions: Results of this study support the use of EHL as a minimally invasive treatment for bladder stones in females and for urethral stones in male dogs.

Key words: recurrence, urolithiasis, urohydropulsion, urethral obstruction, fragmentation

Table des matières

<u>Titre</u>	<u>Page</u>
Introduction	1
Recension de la littérature	2
<i>I. Formation des calculs urinaires</i>	2
<i>II. Localisation et prévalence des calculs</i>	3
<i>III. Conséquences de la présence des calculs urinaires</i>	4
<i>IV. Signes cliniques</i>	4
<i>V. Diagnostic</i>	6
<i>A. Radiographies standards</i>	6
<i>B. Radiographies avec milieu de contraste</i>	6
<i>C. Échographie</i>	7
<i>D. Examen tomodensitométrique (Ct-Scan)</i>	7
<i>E. Cystoscopy</i>	8
<i>F. Urologie</i>	8
<i>G. Culture urinaire</i>	9
<i>H. Profil biochimique</i>	9
<i>VI. Traitement</i>	10
<i>A. Dissolution médicale des calculs</i>	10
1) <i>Struvites</i>	10
<i>a) Diète spécifique</i>	10
<i>b) Antibiothérapie</i>	11
<i>c) Durée du traitement</i>	11
<i>d) Causes d'absence de dissolution</i>	11
<i>e) Calculs stériles</i>	12
2) <i>Autres types de calculs</i>	12
<i>B. Traitement en cas d'obstruction urinaire</i>	12
<i>C. Retrait des calculs par traitement chirurgical (cystotomie)</i>	13
1) <i>Technique chirurgicale</i>	13
2) <i>Inconvénients du traitement chirurgical</i>	14
3) <i>Avantages du traitement chirurgical</i>	15

Table des matières

<u>Titre</u>	<u>Page</u>
Recension de la littérature (suite)	
<i>D. Retrait non invasif de calculs urinaires</i>	15
1) <i>Urohydropulsion</i>	15
2) <i>Lithotripsie</i>	15
a) <i>Lithotripsie extracorporelle</i>	16
b) <i>Lithotripsie intracorporelle</i>	16
1) <i>Lithotripsie au laser</i>	16
2) <i>Lithotripsie électrohydraulique (LEH)</i>	17
<i>Efficacité de la LEH chez l'homme</i>	18
<i>Efficacité de la LEH chez les animaux</i>	18
<i>Complications associées à la LEH</i>	19
<i>Utilisation sécuritaire de la LEH</i>	20
<i>Lésions associées à la lithotripsie</i>	20
<i>Caractère non invasif de la procédure</i>	21
VI. Prévention de la réapparition des calculs	22
A. <i>Identification et traitement de la maladie sous-jacente</i>	22
B. <i>Diminution de la quantité de solutés calculogéniques</i>	23
C. <i>Changement de diète</i>	23
D. <i>Contrôle du pH</i>	24
E. <i>Cas particulier des calculs de struvite : prévention des infections urinaires</i>	24
VIII. Taux de récurrence de calculs urinaires	24
A. <i>Taux de récurrence suite à une intervention chirurgicale</i>	25
B. <i>Taux de récurrence post-lithotripsie chez l'humain</i>	25
C. <i>Évacuation des fragments suite à une lithotripsie</i>	26
Article	29
<i>Introduction</i>	31
<i>Materials and methods</i>	32
<i>Results</i>	36
<i>Discussion</i>	40
<i>Footnotes</i>	46
<i>References</i>	48
<i>Figure 1</i>	52
<i>Table 1</i>	53
<i>Table 2</i>	54
<i>Table 3</i>	55

Table des matières

<u>Titre</u>	<u>Page</u>
Discussion	56
I. <i>Signalement</i>	56
II. <i>Analyse des calculs</i>	56
III. <i>Courbe d'apprentissage</i>	56
IV. <i>Fragmentation des calculs</i>	57
A. <i>Fragmentation dans l'urètre</i>	57
B. <i>Fragmentation dans la vessie</i>	57
V. <i>Efficacité de l'EHL selon la nature de calcul</i>	58
A. <i>Calculs de struvite</i>	58
B. <i>Calculs de phosphate de calcium et d'urate</i>	59
VI. <i>Evacuation des fragments ; étape limitante de l'EHL</i>	59
A. <i>Efficacité de l'évacuation selon le sexe</i>	59
B. <i>Rôle de la position du patient</i>	59
C. <i>Influence de la localisation des fragments</i>	60
D. <i>Rôle de l'analgésie</i>	60
E. <i>Intérêt des diurétiques</i>	61
F. <i>Dissolution des fragments de calcul de struvite</i>	61
VII. <i>Absence de complications suite à la procédure</i>	61
A. <i>Effet de l'EHL sur le bas appareil urinaire</i>	61
B. <i>Signes cliniques suite à la lithotripsie</i>	62
C. <i>Absence d'infection urinaire suite à l'EHL</i>	63
VIII. <i>Taux de récurrence des calculs suite à la lithotripsie</i>	63
A. <i>Récurrences fréquentes suite à la lithotripsie</i>	63
B. <i>Hypothèses pour expliquer la fréquence des récurrences</i>	63
IX. <i>Augmentation de la taille des fragments « récidives »</i>	64
X. <i>Limites de l'étude</i>	65
Conclusion	66
Bibliographie	67

Liste des tableaux

<u>Tableau</u>	<u>Titre</u>	<u>Page</u>
Tableau I	Tableau récapitulatif, pour chaque type de calcul, du signalement des patients, du pH urinaire associé et de la présence ou non d'infection urinaire.	5

Liste des figures

<u>Figure</u>	<u>Titre</u>	<u>Page</u>
Figure 1	Fragmentation de calculs vésicaux par lithotripsie électrohydraulique	28

Liste des sigles ou abréviations

Abréviation	Signification
CCU	Continuous Care Unit
CHUV	Centre Hospitalier Universitaire de l'Université de Montréal
EHL	Electrohydraulic lithotripsy
F	French
kg	kilogramme
LE	Lithotripsie extracorporelle
LEH	Lithotripsie électrohydraulique
mm	millimètres
SC	Sous-cutané, subcutaneous
T0	Immédiatement après la lithotripsie Immediately after lithotripsy
T1	1 mois après la lithotripsie 1 month after lithotripsy

Remerciements

FaVer et le **Fonds du centenaire** pour leur participation généreuse à ce projet.

Le **Medical Urolith Centre** pour sa collaboration pour l'analyse de calculs.

Dre Marilyn Dunn pour la qualité de sa supervision et de son aide sans laquelle je n'aurais pas réussi à faire une résidence et une maîtrise. Je souhaite à aux étudiants d'avoir une expérience aussi belle que la mienne avec leur superviseur.

Dr Guy Beauchamp pour son aide précieuse pour les statistiques

Micheline St-Germain pour son soutien continuels lors de mes études à l'Université de Montréal.

Dre Sheila Laverty et **Dr Pierre Helie** pour leur participation à ce mémoire

Les **techniciennes de Médecine Interne** :

Martine Lamarre : la sportive, l'ingénieuse, pour son support, ses idées, son talent de montage vidéo, sa gentillesse, son caractère trempé !!

Kim Selby : pour ses conseils sur le bon parlé quebecquois, pour sa bonne humeur, pour les partys !!

Anya : pour sa discrétion, sa douceur !!

Et enfin pour votre efficacité, votre patience légendaire en lithotripsie!!

Dr Guy Beauchamp pour son aide précieuse pour les statistiques, matière mystérieuse à mes yeux !!

Rocky, pour ton aide dans les moments difficiles...

Dr Rocky Di Fruscia et **Dre Marie-Claude Bélanger** pour leur patience sans égale qui m'a permis de me perfectionner en échocardiographie !

Dre Isabelle Caron pour ton arrivée associée à de la nouveauté, ton soutien, ta gentillesse, ta disponibilité, tes conseils...j'envie ton bébé !!!

Mes **co-résidents** et amis Juan Hernandez, Mathieu Ouellet, Lara Rose qui m'ont tant apporté durant cette période ma vie !!

Dre Suzie Lemay (cystotomie, pratique générale) qui a pris le bistouri en main lorsque nous avons besoin d'aide pour nos cas. Suzie qui m'a appris à gérer les clients, les complications, les durs moments.

Les étudiants pour leur confiance, leur motivation et pour tout ce qu'ils m'ont appris !!

Mes amis Lara, Laureline, Jérôme, Hélène, Yves et Mélanie, Pierre-Yves et Geneviève, Benoit pour votre amitié si chère !

Olivier pour le bol d'air continu et toutes les idées que tu m'as données ! Bientôt tu pourras lire ce mémoire mais je doute que ce soit le premier ouvrage qui t'intéresse !!!

Ouzo, mon compagnon de longue date, qui m'a quitté malheureusement l'année dernière mais qui sera toujours présent dans mon cœur !

Dre Manon Lécuyer pour tant de choses que ce mémoire ne serait pas assez long...

Mes parents et mes grands parents pour leur soutien perpétuel

Mon grand père qui m'a tant appris et qui sera toujours dans mon cœur !

Ma grand-mère Noëlle pour son optimiste permanent !

Dr Sylvain Bichot pour son soutien continu, sa confiance, son aide précieuse, son amour et nos projets futurs. Je n'aurais certainement pas fait tout cela sans toi !
Je t'aime, je t'aimais et je t'aimerai

Introduction

Les calculs vésicaux et urétraux sont fréquents chez les chiens. Leur traitement consiste à les retirer par chirurgie (cystotomie et/ou urétérostomie). Cette procédure est invasive et nécessite une période de convalescence de 2 semaines environ. Malgré le retrait chirurgical des calculs, les récurrences sont fréquentes en particulier pour les calculs d'oxalate de calcium².

Les risques de récurrence peuvent être partiellement contrôlés par une diète humide spécifique, un contrôle du pH urinaire si nécessaire et une augmentation de la prise d'eau. Malgré toutes ces précautions, les chiens subissent souvent plus d'une chirurgie pour retirer des calculs au cours de leur vie.

Compte tenu de la prévalence élevée des urolithiases chez l'humain, une procédure non invasive a été développée en médecine humaine pour éliminer les calculs urinaires. Il s'agit de la lithotripsie³⁹. Cette technique est devenue la méthode de choix pour traiter les urolithiases chez l'homme car elle permet de retirer les calculs urinaires de façon non invasive³⁹. Cette technique a été utilisée chez les chevaux pour retirer des calculs vésicaux^{14,29}. Chez les porcs, les lapins et les chiens la lithotripsie a été utilisée avec succès à des fins expérimentales^{5,37,40,47}. Considérant le taux de récurrence élevé des calculs urinaires chez les chiens, il serait intéressant d'évaluer cette technique non invasive.

Compte tenu des résultats très prometteurs chez l'humain et les animaux, nous avons décidé de réaliser une étude clinique permettant d'évaluer l'efficacité de la fragmentation de calculs vésicaux par la lithotripsie chez les chiens.

Recension de la littérature

Les maladies du bas appareil urinaire sont très fréquentes chez les chiens. Parmi elles, les calculs urinaires représentent la condition la plus souvent diagnostiquée.

I. Formation des calculs urinaires

L'urine canine est une solution complexe dans laquelle des sels (oxalate de calcium, phosphate ammoniaco-magnésien) peuvent rester en solution dans des conditions normales. La présence de substances inhibant la formation de cristaux permet de maintenir les minéraux en solution. L'urine est maintenue dans un état « métastable ». Cependant plusieurs conditions peuvent déséquilibrer cet état métastable et entraîner la précipitation des minéraux et la formation de calcul. Il peut s'agir d'une augmentation de la concentration des minéraux suite à une rétention urinaire (obstruction urinaire, rétention urinaire), ou encore suite à une maladie concomitante (hypercalciurie et hyperparathyroïdisme, hyperammoniumurie et shunt porto-systémique).

Il y a deux étapes dans la formation des calculs : la nucléation (formation du noyau cristallin) et la croissance du noyau cristallin pour former le calcul. La formation du noyau cristallin peut se faire de deux façons : de façon homogène ou hétérogène. Lors de croissance homogène, il y a précipitation de cristaux submicroscopiques sous forme d'un treillis minéral. Dans le cas de la croissance hétérogène, le noyau cristallin se forme à la surface de substances telles que des débris cellulaires, des cylindres urinaires ou d'autres cristaux³¹.

Lors qu'un noyau cristallin est formé, il a le potentiel de croître et de former un calcul de la même composition. La croissance peut être directe si l'urine est supersaturée pour cette

substance. La croissance du cristal nécessite un degré de supersaturation moins important que la formation du noyau cristallin. La croissance du cristal est un processus lent et n'est probablement pas responsable du développement de la majorité des calculs. Il est plus probable que la formation d'un calcul soit due à une combinaison de croissance cristalline et de l'agrégation de cristaux (processus plus rapide)^{17,31}.

Un dernier facteur important pour expliquer la formation de calculs est la rétention de cristaux ou d'agrégats de cristaux dans l'appareil urinaire. La cristallurie est un phénomène normal chez le chien; la sortie des cristaux depuis l'appareil urinaire doit être retardée pour que des calculs se développent.

En résumé les causes connues de formation des calculs peuvent être divisées en celles qui favorisent la nucléation, celles qui stimulent la croissance des cristaux, leur agrégation ou les deux, et celles qui entraînent la rétention des cristaux dans l'appareil urinaire permettant la croissance du calcul. L'importance de ces facteurs dépend de la nature du calcul qui est formé.

II. Localisation et prévalence des calculs

La plupart des calculs chez les chiens se trouvent dans la vessie ou dans l'urètre. Seulement 6% sont localisés dans les reins⁷.

Les calculs sont généralement nommés selon leur contenu minéral. Les données enregistrées par la Faculté de Médecine vétérinaire de l'Université du Minnesota ont révélé qu'environ 45% des calculs chez les chiens sont des struvites³³ (phosphate ammoniacomagnésien), 35% sont des oxalates de calcium²², 8% sont des urates³³, 0.9% sont des silicates³³, 1-2% sont des cystines et 7% sont mixtes³³ (ce qui signifie que ces

calculs contiennent moins de 70% d'un seul minéral). Les calculs composés sont des calculs qui contiennent plusieurs couches de minéraux différents (Tableau I, p5)³³. La prévalence des oxalates de calcium a beaucoup augmenté depuis une dizaine d'années, probablement suite à l'utilisation de diètes acidifiantes et d'autres facteurs environnementaux non identifiés à ce jour²².

III. Conséquences de la présence des calculs urinaires

Les calculs endommagent l'uroépithélium et entraînent une inflammation du tractus urinaire voire même prédisposent aux infections urinaires. Ceci peut entraîner l'apparition de signes cliniques comme l'hématurie (sang dans l'urine), la pollakiurie (nombre de mictions exagéré), et la strangurie (douleur lors de la miction). Enfin si les calculs se logent dans les uretères ou dans l'urètre, l'écoulement de l'urine peut être bloqué².

IV. Signes cliniques

Les patients sont le plus souvent présentés pour des signes cliniques du bas appareil urinaire si les calculs sont logés dans l'urètre ou dans la vessie. Il s'agit des signes cliniques précédemment cités : pollakiurie, strangurie, hématurie. Lors d'obstruction urinaire les signes cliniques peuvent être plus sévères et consister en un abattement, une baisse d'appétit, des vomissements et de l'anurie (absence de miction)⁴².

Tableau I: Tableau récapitulatif pour chaque type de calcul du signalement des patients, du pH urinaire associé et de la présence ou non d'infection urinaire.

Type de calcul (prévalence en %)*	Ph urinaire	Prédisposition de sexe (%)	Espèces prédisposées	Âge moyen (ans)	Infection urinaire
Struvite 45%	Neutre à alcalin	Femelle à 80%	Schnauzer miniature, Bichon frisé, Épagneul Cocker, Caniche miniature	1-8	Très fréquente, surtout avec les bactéries produisant des uréases (Staph, Protéus)
Oxalate de calcium 35%	Acide à neutre	Mâle à 70%	Schnauzer miniature, Bichon frisé, Yorkshire Terrier, Lhasa Apso, Caniche miniature, Shih Tzu, Cairn Terrier	5-12	Rare
Urate 8%	Acide à neutre	Mâle à 90%	Dalmatien, - Bulldog Anglais, Yorkshire Terrier, Schnauzer miniature	1-4	Peu fréquente
Phosphate de calcium 0,3 à 0,6%	Alcalin	Mâle à 75%	Schnauzer miniature, Bichon frisé, Yorkshire Terrier, Poméranien, Caniche nain, Shih Tzu, Épagneul Cocker	-	Rare
Cystine 1 à 2%	Acide	Mâle à 95%	Dachshund, Basset Hound, Bulldog Anglais, Yorkshire Terrier, Irish Terrier, Rottweiler, Chihuahua, Mastiff, Épagneul Tibétain, Terre Neuve	1-7	Rare
Silicates 0.9%	Acide à neutre	Mâle à 95%	Berger allemand, Golden et Labrador Retriever, Berger Anglais	4-9	Peu fréquente

* Prévalence en % de calculs analysés à l'université du Minnesota³³

V. Diagnostic

Le diagnostic des calculs urinaires se fait par imagerie médicale.

A. Radiographies standards

La plupart des calculs sont visibles (radio-opaques) sur des radiographies standards. Cependant, dans 2 à 27% des cas, les radiographies ne permettent pas de les détecter⁴⁶.

D'une part, les calculs sont parfois trop petits pour être vus sur des radiographies standard. Des calculs de moins de 1 mm sont difficiles à visualiser. D'autre part, leur nature les rend radiotransparents. C'est le cas des calculs de cystine et d'urate. La position du patient peut également gêner l'identification des calculs. C'est le cas, par exemple, des calculs logés dans l'urètre. Une vue latérale avec les membres pelviens tirés vers l'avant permet de dégager l'urètre pénien et pelvien et donc de mettre en évidence des calculs urétraux. La vue ventro-dorsale ou dorso ventrale n'a que peu d'intérêt pour détecter des calculs vésicaux et urétraux. Le seul avantage de ces vues est la détection de calculs rénaux et urétéraux².

B. Radiographies avec milieu de contraste

Les radiographies avec produit de contraste permettent de mettre en évidence des calculs non visibles sur les radiographies standard (pneumocystographie ou cystographie à double contraste). L'urographie excrétrice, quant à elle, permet de détecter une obstruction urétérale partielle ou totale. Cependant, cet examen est laborieux. Les faux négatifs sont fréquents. Les faux positifs sont également possibles (une infiltration tumorale urétrale pourrait être confondue avec un chapelet de calculs)^{2,36}.

C. Échographie

L'échographie du système urinaire est l'examen de choix lors de suspicion d'urolithiases. Cet examen détecte les calculs quelle que soit leur nature. La sensibilité de l'échographie (utilisant une sonde de 7.5MHz) est meilleure (6% de faux négatifs seulement) que les radiographies standards ou avec contraste (27% et 10% de faux négatifs respectivement)⁴⁶. L'échographie comporte plusieurs avantages par rapport à la radiographie. D'une part, elle peut détecter des calculs de moins de 1mm. D'autre part, l'échographie est de pouvoir contrôler l'aspect de la paroi vésicale et donc de détecter des infiltrations néoplasiques, des polypes ou des cystites. Elle permet également de contrôler la présence de calculs dans l'urètre, les uretères et le bassinet rénal et ainsi d'affiner le diagnostic quant aux obstructions urétérales partielles ou totales. L'échographie permet d'identifier la présence de pyélectasie (dilatation du bassinet rénal) ou d'hydronéphrose. En outre cet examen permet de vérifier l'aspect de la prostate chez les mâles. Il est important de surveiller cet organe car les signes reliés à un problème prostatique peuvent ressembler à ceux associés à la présence de calculs urinaires.

D. Examen tomодensitométrique (CT-Scan)

Certains centres hospitaliers vétérinaires sont équipés de CT-Scan. Cet outil permet d'obtenir des images encore plus précises et fiables que la radiographie. Le CT-Scan est l'examen de référence pour détecter les calculs chez l'humain³¹. L'urographie excrétrice peut être réalisée avec le CT-Scan ce qui permet de détecter avec une plus grande sensibilité une obstruction urétérale.

E. Cystoscopie

Si la cause des signes cliniques de bas appareil urinaire n'a pas été détectée, la cystoscopie est la prochaine étape à envisager⁹. Cette procédure n'est généralement pas utile pour détecter des calculs.

F. Urologie

L'urologie permet de détecter la présence de cristaux, de leucocytes, de globules rouges, de cylindres, et de bactéries. Cependant il est important d'interpréter avec prudence les résultats d'une urologie. La présence de cristaux ne signifie pas automatiquement la présence de calculs urinaires. Des cristaux peuvent être présents dans l'urine sans jamais entraîner la formation de calculs chez un chien (exemple: urates chez les Dalmatiens, struvites). La présence de cristaux de cystine, de xanthine ou d'urate (chez un chien non Dalmatien) nécessite une investigation. D'autre part, il est nécessaire de faire l'analyse urinaire rapidement car les cristaux disparaissent très vite après le prélèvement d'urine et un délai trop long entre le prélèvement et l'analyse pourrait mener à des faux négatifs.

Beaucoup de facteurs (changement de diète, traitement d'une infection urinaire) peuvent modifier la cinétique de formation des calculs. La nature des cristaux dans l'urine peut être différente de celle du calcul urinaire présent à l'échographie. C'est le cas par exemple des calculs mixtes dont le noyau est la surface ne sont pas de la même nature car formés dans deux milieux différents²¹. L'idéal est donc toujours de faire analyser le calcul pour remonter l'historique de sa formation et pour détecter la nature du noyau, étape initiale de la formation du calcul².

G. Culture urinaire

La réalisation d'une culture urinaire est primordiale lors de suspicion de calculs urinaires pour plusieurs raisons. D'une part l'infection urinaire peut être à l'origine de la formation des calculs et entretenir leur croissance. Les bactéries qui produisent des uréases (*Staphylocoques, Proteus, Pseudomonas, Klebsiella, Mycoplasma* et *Ureaplasma*) entraînent la formation de struvites. En effet ; l'uréase clive l'urée en ammonium et en bicarbonates. L'ammonium se combine avec le magnésium et le phosphore, pour donner des calculs phosphate-ammoniac-magnésien couramment appelés struvites. Il est donc important de mettre en évidence l'infection urinaire pour la contrôler et ainsi aider à dissoudre le calcul présent ou de prévenir la réapparition de nouveaux calculs. D'autre part, l'infection peut être secondaire à la présence des calculs. En effet ces derniers entraînent une irritation de la muqueuse urinaire, une inflammation voire même une stagnation urinaire lors d'obstruction. Par conséquent les calculs peuvent favoriser le développement d'infection urinaire. L'infection urinaire, même si elle est secondaire, peut aggraver les signes cliniques. Il est donc important de faire une culture d'urine pour traiter de façon optimale le patient².

H. Profil biochimique

Un profil biochimique est utile pour vérifier l'absence d'azotémie post-rénale et pour vérifier la fonction rénale dans le cas de calculs rénaux, urétéraux ou d'obstruction urétrale. L'évaluation de l'urée, de la créatinine et des électrolytes permet de vérifier l'effet des calculs sur la fonction rénale. Il permet également de mettre en place une fluidothérapie appropriée pour corriger les éventuels déséquilibres électrolytiques ou de

décèler des problèmes sous-jacents (hypercalcémie, shunt portosystémique, hyperparathyroïdisme)^{19,20,23}.

VI. Traitement

En ce qui concerne le traitement, il peut être médical ou chirurgical selon la nature des calculs présents.

A. Dissolution médicale des calculs

L'objectif du traitement médical est de réduire la concentration des sels calculogéniques dans l'urine. Ceci consiste à augmenter la solubilité des sels dans l'urine et à augmenter le volume urinaire². L'efficacité de la dissolution médicale des urolithiases dépend de leur nature.

1) Struvites

La dissolution médicale des calculs de struvite est efficace. La combinaison d'une diète acidifiante et d'un traitement antibiotique est la clé du succès.

a. Diète spécifique

La diète doit être restreinte en phosphore, calcium, protéines et magnésium. Son contenu est riche en sels et donc résulte en une urine acide. La restriction en protéines de la diète réduit la production d'urée par le foie et donc diminue la concentration d'urée dans l'urine et dans la médulla rénale. Le résultat est donc une diminution de l'urée disponible pour l'uréase bactérienne, une diminution de l'hypertonie médullaire, et par

conséquent une habilité réduite à concentrer l'urine. Cela prend environ 8 à 10 semaines pour dissoudre des struvites. La diète spécifique acidifiante doit être continuée pour un minimum de 30 jours après la disparition radiographique des calculs. Cette diète n'est pas efficace sur des calculs autres que les struvites, lors d'infection urinaire non contrôlée ou si une autre source alimentaire est accessible³⁵.

b. Antibiothérapie

Il est important de mettre en place une antibiothérapie pendant toute la durée de la dissolution car des bactéries peuvent se loger entre les différentes couches du calcul et ainsi être libérées lors de la dissolution³⁵.

c. Durée du traitement pour dissoudre les calculs de struvite

La dissolution prend en moyenne 3 mois pour être complète. Les symptômes urinaires disparaissent en dix jours³⁵.

d. Causes d'absence de la dissolution

La raison la plus fréquente d'échec de la dissolution de calculs de struvite est un mauvais contrôle de l'infection urinaire. Une autre cause peut être la nature mixte du calcul (si plus de 20% du calcul n'est pas du struvite, il ne sera pas dissout). L'inconvénient majeur du traitement médical est la nécessité que les propriétaires respectent les recommandations pour plusieurs semaines à mois. Le coût d'un traitement médical est proche de celui du traitement chirurgical car des réévaluations régulières sont nécessaires incluant des radiographies, des urologies et des cultures urinaires³⁵.

e. Calculs de struvite stériles

Dans de très rares cas, les calculs de struvite sont stériles: il n'est donc pas nécessaire de donner des antibiotiques au patient à moins que la culture de l'urine soit positive (infection urinaire secondaire). Ces calculs stériles disparaissent en général plus vite (en 3 à 6 semaines)^{4,35}.

2) *Autres types de calculs*

En ce qui concerne les autres types de calcul (oxalates de calcium, phosphates de calcium, silicates et calculs mixtes) le traitement médical est peu efficace^{4,35}.

L'idéal dans le cas de calculs d'urate est de les retirer chirurgicalement car la dissolution est rarement efficace (40% de succès). Cependant lorsque la chirurgie n'est pas une option, la dissolution peut être tentée. Dans ce cas, une diète restreinte en protéines et alcalinisante est combinée à un traitement d'allopurinol. Ce dernier inhibe l'enzyme xanthine oxydase qui est responsable de la conversion des oxypurines (hypoxanthine et xanthine) en acide urique². Le traitement des autres types de calculs (oxalate, phosphate) ne peut pas être médical.

B. *Traitement en cas d'obstruction urinaire*

En ce qui concerne les calculs obstructifs le traitement ne peut pas être médical compte tenu de l'urgence de la situation. Lors d'une obstruction urétrale, il est impératif d'enlever l'obstruction et donc de retirer le ou les calculs bloquant la vidange de l'urine. Ceci consiste à passer un cathéter urinaire dans l'urètre pour faciliter le passage de

l'urine. Si le cathéter ne passe pas, une irrigation de saline par le cathéter (urohydropulsion rétrograde) peut permettre de repousser les calculs dans la vessie en attendant une cystotomie. Une fois les calculs repoussés dans la vessie, une cystotomie permet de retirer les urolithiases. Dans les cas rares où il est impossible de repousser les calculs urétraux dans la vessie une urétrostomie d'urgence est nécessaire. L'hyperkaliémie et l'acidose métabolique sont des complications fréquentes d'obstruction urinaire. Il est important d'enlever l'obstruction urinaire rapidement afin de rétablir l'équilibre électrolytique du patient et de mettre en place une fluidothérapie intraveineuse, du NaCl 0.9%¹³.

C. Retrait des calculs par traitement chirurgical (cystotomie)

1) Technique chirurgicale

Cette intervention chirurgicale consiste à faire une laparotomie (ouverture de la paroi abdominale au niveau de la ligne blanche) afin d'accéder à la vessie. Deux fils de suture sont placés) à environ 2 cm de distance dans l'épaisseur de la paroi vésicale ventrale pour permettre de soulever la vessie et d'inciser cet organe en évitant sa vidange dans la cavité abdominale. La vessie est incisée au niveau de sa paroi avasculaire c'est-à-dire la paroi ventrale entre les deux points placés précédemment à cet effet⁴⁵. L'urine est aspirée directement dans la vessie pour éviter la contamination de l'abdomen. L'incision est ensuite agrandie pour permettre le passage des instruments, curette ou forceps, pour retirer les calculs. Après retrait des calculs, une série d'irrigations et d'aspirations permet de rincer la vessie pour s'assurer de ne pas laisser de petits calculs. Une palpation du col

de la vessie permet de vérifier l'absence de calculs. La vessie est ensuite refermée par une ou deux séries de sutures inversantes avec du fil résorbable (synthétique monofilament comme le polydioxanone, le polyglyconate, ou le poliglecaprone)⁴⁵. Il est recommandé de ne pas traverser la paroi car le contact des fils avec l'urine pourrait affaiblir les sutures et entraîner une résorption précoce de la fermeture et donc des risques de déhiscence de plaie. Les fils de suture pourraient également servir de noyau à la formation de nouveau calcul. Il est recommandé de tester l'étanchéité des sutures en injectant de la saline dans la vessie et en contrôlant la présence de fuite⁴⁵. La paroi abdominale est refermée de façon standard. Les incisions de la paroi vésicale cicatrisent rapidement. Quatorze à vingt-un jours après la chirurgie la paroi vésicale a retrouvé 100% de sa solidité⁴⁵.

2) Inconvénients du traitement chirurgical

Dans 10% à 20% des cas, la chirurgie ne permet pas de retirer tous les calculs²⁴. Des radiographies de contrôle sont donc recommandées en post opératoire afin de vérifier le succès de la chirurgie⁴⁵. Les inconvénients d'une chirurgie sont le fait que la procédure soit sous anesthésie générale et qu'elle soit invasive avec les complications potentielles que cela peut entraîner (péritonite, déhiscence de plaie, saignement), et la possibilité de laisser quelques calculs dans la vessie. Dans la mesure où la cause sous jacente n'est pas identifiée, la chirurgie ne réduit pas les risques de récurrence¹⁶.

3) Avantages du traitement chirurgical

Les avantages de la chirurgie sont : l'identification du calcul, la possibilité de corriger des malformations concomitantes (polypes, vestiges de l'ouraque) et la prise de biopsies vésicales pour culture si nécessaire (infections récidivantes)².

D. Retrait non invasif de calculs urinaires

Des procédures non chirurgicales sont possibles dans certains cas pour retirer les calculs.

1) Urohydropulsion

Si les calculs sont assez petits pour passer dans l'urètre, une urohydropulsion permet l'évacuation des calculs. Elle consiste à insérer un cathéter urinaire dans l'urètre et à l'aide d'irrigation de saline puis d'aspiration ou de miction naturelle (provoquée manuellement sous anesthésie), d'évacuer les calculs présents dans la vessie².

2) Lithotripsie

Chez l'homme, la chirurgie est évitée autant que possible. Les calculs vésicaux sont retirés de façon non invasive. Ils sont fragmentés par lithotripsie et évacués par voie naturelle. Cette technique utilise différents types d'énergie (laser, électrohydraulique) pour fragmenter les calculs sous contrôle endoscopique. Lorsque les fragments ont atteint une taille suffisamment petite pour être évacués par voie naturelle, des irrigations de saline avec aspiration par le cathéter ou miction naturelle permettent leur évacuation (Figure 1, p28)¹. La lithotripsie est une technique non invasive qui a été développée dès

les années cinquante afin d'éviter une intervention chirurgicale pour retirer les calculs. Chez l'homme elle permet de traiter les calculs aussi bien urinaires que salivaires ou biliaires. Deux types de lithotripsie existent: la lithotripsie intracorporelle qui consiste à fragmenter les calculs vésicaux et urétraux et la lithotripsie extracorporelle (LE) qui consiste à fragmenter les calculs moins mobiles comme les néphrolithes et les urétérolithes¹.

a. Lithotripsie extracorporelle (LE)

La LE permet la fragmentation de calculs en utilisant des ondes de chocs générées à l'extérieur du corps de l'animal^{1,2,6}. L'utilisation de la LE est limitée en médecine vétérinaire en raison de la taille et du coût de l'équipement.

b. Lithotripsie intracorporelle

En ce qui concerne la lithotripsie intracorporelle, deux techniques sont couramment utilisées en médecine humaine: la lithotripsie au laser et la lithotripsie électrohydraulique (LEH)¹.

1) Lithotripsie au laser

La lithotripsie au laser à l'holmium est la méthode de choix pour fragmenter les calculs urinaires en médecine humaine. Cette méthode est rapide et sécuritaire. En outre comme les fibres laser sont de faible diamètre, la lithotripsie au laser peut être réalisée à travers des endoscopes flexibles de faible diamètre¹¹. En 2004, l'étude expérimentale de Davidson a confirmé que la lithotripsie au laser peut efficacement fragmenter des calculs

urétraux chez les chiens¹¹. Malheureusement, le coût très élevé de cette procédure limite son intérêt en médecine vétérinaire^{1,2}. Un autre inconvénient est le risque couru par le manipulateur du laser. Le faisceau peut notamment provoquer des dommages oculaires si il est dirigé directement vers l'œil. Il est donc nécessaire de prendre des précautions pour éviter des accidents. Le laser utilisé en lithotripsie n'est pas le même qu'en chirurgie et il n'est donc pas possible d'utiliser le même matériel pour les deux procédures¹.

2) Lithotripsie électrohydraulique (LEH)

D'après une étude menée par Huang chez l'humain, la LEH serait aussi efficace que la lithotripsie au laser et n'entraînerait pas plus de complications pour un moindre coût¹⁸. La LEH consiste à créer une onde de choc dans la saline. La procédure nécessite un générateur d'ondes de choc, un endoscope et une sonde de lithotripsie. La sonde permet de diriger l'onde de choc contre le calcul. Lorsque le générateur est actionné, la sonde produit une étincelle qui donne lieu à une onde choc dans la saline. Le calcul en absorbe toute l'énergie et se fragmente. La récupération des fragments se fait par irrigation et aspiration via l'endoscope ou par urohydropulsion.

La première génération de lithotripteur fonctionnait avec des fréquences basses. La fragmentation d'un calcul pouvait donc prendre plus d'une heure⁴⁹. Les générateurs multifréquences maintenant disponibles, permettent de contrôler la fréquence et la puissance et donc de fragmenter plus rapidement les calculs. Ces nouveaux appareils permettent de contrôler la durée et la puissance des décharges, ce qui rend la procédure plus sécuritaire^{6,12}. Le développement d'endoscopes de plus faible diamètre a permis de visualiser la procédure pendant la fragmentation évitant ainsi le contact de la sonde avec

la muqueuse vésicale. Le perfectionnement du matériel a donc permis de rendre cette procédure plus efficace et sécuritaire^{1,2,6,37}. La LEH est utilisée en médecine humaine pour fragmenter des calculs vésicaux, urétraux et urétéraux dans les institutions dépourvues de laser^{1,39}.

Efficacité de la LEH chez l'homme

Chez l'homme la lithotripsie électrohydraulique s'est montrée très efficace pour fragmenter les calculs qu'ils soient urétéraux, rénaux ou biliaires. La fragmentation des calculs est complète dans plus de 90% des cas^{3,12,38,39,44}. Le temps nécessaire pour fragmenter les calculs varie entre 10 minutes pour les plus petits (<1cm), jusqu'à 90 minutes pour les plus gros (>2cm)^{38,49}. Les causes d'échec, chez l'homme, sont le plus souvent reliées à la nature du calcul ou la difficulté à l'atteindre quand il s'agit par exemple d'un calcul urétéral. Plusieurs procédures sont donc nécessaires dans certains cas.

Efficacité de la LEH chez les animaux

En ce qui concerne les animaux, la LEH s'est montrée efficace dans la fragmentation de calculs vésicaux chez 2 chevaux hongres et chez une jument^{14,29}. Les calculs étaient composés de phosphate ammoniacomagnésien et de carbonate de calcium respectivement pour les deux hongres et de phosphate ammoniacomagnésien et d'urate d'ammonium pour la jument^{14,29}. Plusieurs études ont également démontré l'efficacité et l'innocuité de la LEH pour la fragmentation de calculs chez les lapins et les porcs^{5,37,40,47}.

Une étude portant sur deux chiennes a montré l'efficacité de la LEH pour fragmenter les calculs vésicaux implantés expérimentalement⁴⁰. Des calculs de struvite ont été introduits chirurgicalement dans la vessie de deux chiennes. Trois mois après une lithotripsie a été réalisée à l'aide d'un cystoscope de diamètre 21 F. Les fragments ont été retirés par aspiration et irrigation. Seule une chienne avait des fragments visibles à la radiographie 14 jours suite à la procédure. Cette patiente a donc subi une deuxième intervention pour retirer les 3 fragments restant avec une pince « basket ». Il n'y a eu aucune complication pendant 6 mois suite à l'intervention pour les deux chiennes.

Complications associées à la LEH

D'après la littérature les complications associées à la LEH sont mineures. Des études sur des chevaux et des humains ont montré que les signes cliniques comme l'hématurie ou la strangurie sont rares et transitoires suite au traitement de calculs urétraux ou vésicaux par lithotripsie^{12,29,38,39}.

La lithotripsie peut entraîner des lésions par un mécanisme direct et indirect. En effet le contact direct du calcul ou de la sonde avec la paroi vésicale peut endommager la muqueuse avoisinante. L'électrochoc délivré par la sonde placée directement sur la muqueuse vésicale ou urétrale entraîne la formation d'une lésion de forme circulaire dont la profondeur dépend de l'énergie appliquée. Ce trauma a des conséquences cliniques minimales et est évité en maintenant une distance sécuritaire de 1 mm entre la muqueuse et la sonde. En outre la lithotripsie peut provoquer des lésions de façon indirecte. En effet d'après les lois de la physique tout onde de choc dans un milieu liquidien, entraîne la formation de bulles de cavitation. La taille maximum de ces bulles dépend de l'énergie appliquée et peut varier de 3 mm pour une énergie de 25mJ jusqu'à une taille supérieure à

15mm pour une énergie de 1300mJ. Selon la taille de la bulle, la paroi urétérale peut se distendre et se rompre, même si la sonde n'est pas en contact direct avec la muqueuse⁴³. La paroi de la vessie étant plus élastique il est probable que cet effet ait moins de conséquence lors de lithotripsie vésicale.

Utilisation sécuritaire de la LEH

La plupart des calculs peuvent être fragmentés de façon sécuritaire avec des énergies modérée par EHL. Pour les calculs plus résistants l'EHL peut utiliser des énergies plus élevées que celles utilisées par la lithotripsie au laser. Par conséquent l'EHL pourrait être plus efficace que la lithotripsie au laser qui ne peut fournir que des puissances limitées⁴³. Étant donné la taille des bulles de cavitation pour de telles énergies, il est important de respecter une distance sécuritaire entre la muqueuse et la sonde qui doit être au minimum de 1 mm d'après Wu et Vorrheuter^{44,47}.

Lésions associées à la lithotripsie

La sévérité des lésions est directement corrélée à la puissance, au nombre de décharges et au temps opératoire⁵⁰.

- *Lésions macroscopiques*

L'observation de la muqueuse vésicale après la procédure ne révèle le plus souvent aucune anomalie macroscopique. Cependant, des pétéchies, de l'œdème et de la congestion sont notées quand la puissance utilisée est importante ou quand l'électrode est placée trop proche de la muqueuse vésicale^{5,29,49}. Le perfectionnement du matériel a

permis de limiter ce risque en ayant une vision directe de la paroi et du calcul à fragmenter.

- *Lésions microscopiques*

Les lésions microscopiques de la muqueuse vésicale, rapportées par différents auteurs, sont mineures⁴⁴. Il s'agit le plus souvent d'œdème de la sous-muqueuse qui disparaît six semaines après la procédure³⁸. Lors d'un contact direct du lithotriporteur avec la muqueuse urétérale, les lésions consistent en une dénudation de la muqueuse, un œdème de la sous-muqueuse et quelques zones hémorragiques^{37,47}. Ces lésions disparaissent le plus souvent en quelques jours³⁷.

Caractère non invasif de la procédure et confort du patient

L'avantage majeur de la lithotripsie est son caractère non invasif. Les humains témoignent de leur soulagement et de leur confort suite à une LEH⁴⁹. La durée de l'hospitalisation est courte. Les patients reprennent leur vie normalement suite à l'intervention et n'ont pas de période de convalescence comme suite à une cystotomie. Il pourrait en être de même pour nos patients en médecine vétérinaire. Les chiens ont besoin d'analgésie en moyenne pendant 24 heures suite à une cystotomie et restent en général 48h à l'hôpital. Il est recommandé de les garder au repos jusqu'au retrait des points 12 jours suite à la chirurgie.

Dans l'étude de Senior, les deux chiennes étaient confortables suite à la lithotripsie et n'ont pas eu besoin de période de convalescence⁴⁰. Compte tenu du caractère non invasif

de la procédure et des résultats de cette étude sur deux chiennes, il est probable que les chiens soient plus confortables suite à une lithotripsie qu'après une chirurgie.

En ce qui concerne les chiens aucune étude n'a été réalisée sur l'utilisation de LEH pour traiter les calculs vésicaux et urétraux. Compte tenu du succès et de l'innocuité de cette procédure chez les humains il serait intéressant de l'utiliser chez les chiens.

En outre les récurrences de calculs urinaires sont fréquentes chez les chiens même après retrait chirurgical des calculs. Il est fréquent que les patients aient 1 ou 2 récurrences de calculs qui nécessitent un retrait chirurgical pendant leur vie. Il serait donc avantageux d'intervenir de façon moins invasive chez nos patients.

VII. Prévention de la réapparition des calculs

Plusieurs études ont évalué les taux de récurrence de calculs urinaires chez les chiens suite à une chirurgie. 25% des chiens présentent une récurrence de calculs suite au premier épisode et il est fréquent qu'un chien fait au moins 2 récurrences d'urolithiases durant sa vie³². Les récurrences ne sont pas fréquentes pour les silicates (12%), mais plus fréquentes pour les oxalates et les struvites. Par exemple dans 50% des cas de calculs d'oxalate de calcium, les calculs réapparaissent dans les 3 ans suite au premier épisode²⁵. Pour les cystines, le taux de récurrence est faible. Plus le nombre de calculs était important lors de la chirurgie, plus la récurrence arrive tôt. En général, les récurrences arrivent entre 1 et 36 mois après le premier épisode².

A. Identification et traitement de la maladie sous-jacente

Compte tenu de la fréquence élevée des récurrences, il est important de mettre en place des mesures préventives pour les éviter². D'une part il s'agit de traiter la maladie sous-jacente s'il y en a une. Par exemple la correction chirurgicale d'un shunt porto-systémique doit être réalisée si possible en même temps que le retrait des calculs d'urate d'ammonium².

B. Diminution de la quantité de solutés calculogéniques

D'autre part, la prévention de récurrences consiste à diminuer la quantité de solutés calculogéniques excrétés et à augmenter leur solubilité dans l'urine. Il est donc nécessaire de stabiliser le pH et d'augmenter la densité urinaire. Selon la nature des calculs, certaines précautions sont plus efficaces que d'autres. Cependant l'augmentation de la diurèse est primordiale pour tout type de calcul².

C. Changement de diète

Le changement de la diète peut aider à la prévention d'une récurrence. Il s'agit par exemple de mettre en place une diète pauvre en purines et pauvre en protéines végétales pour prévenir respectivement les calculs d'urate d'ammonium et de silicates. En outre dans certaines régions le sol peut contenir de fortes concentrations de silicates, dans ce cas il est recommandé d'éviter la consommation d'herbe et de terre pour prévenir les récurrences de calculs de silicate. En ce qui concerne les calculs d'oxalate de calcium la diète idéale de maintien est une diète modérément restreinte en protéines, calcium, oxalate et sodium². Les concentrations de phosphore, de magnésium et de vitamine C et D doivent être normales².

D. Contrôle du pH

Le pH urinaire peut être contrôlé par la diète et si nécessaire par l'ajout de suppléments tel que le citrate de potassium qui alcalinise les urines. Ceci permet de modifier le pH pour éviter la réapparition de certains calculs, par exemple d'oxalate de calcium dans le cas du citrate de potassium qui alcalinise l'urine².

E. Cas particulier des calculs de struvite : prévention des infections urinaires

La prévention des calculs de struvite passe par la prévention et le contrôle des infections urinaires, le maintien d'un pH urinaire acide et la diminution de la consommation de sels calculogéniques dans la diète. La diète de maintien doit être modérément restreinte en protéines, en calcium, en magnésium et en phosphore ce qui produit une urine acide. Des causes prédisposantes aux infections urinaires doivent être identifiées et corrigées si possible (comme un diverticule de l'ouraque, polype vésical, hyperadrénocorticisme). Des analyses doivent être faites de routine tous les 2 à 4 mois chez les animaux devenus asymptomatiques et des cultures urinaires doivent être réalisées chez les animaux avec des signes cliniques compatibles avec une maladie du bas appareil urinaire³⁴.

VIII. Taux de récurrence de calculs urinaires

Il n'est pas rare pour le même chien d'avoir plus de 3 épisodes de calculs urinaires dans sa vie. Par conséquent, il est important de mettre en place des mesures préventives appropriées et de réévaluer les patients régulièrement. Généralement un contrôle un mois

après le retrait des calculs est suffisant. Si tout est satisfaisant, les réévaluations sont de plus en plus espacées (2, puis 3, puis 6 mois d'intervalle)².

A. Taux de récurrence suite à une intervention chirurgicale

En effet selon le type de calculs les taux de récurrence suite au retrait chirurgical varie entre 12 et 53%⁸. 50% des patients opérés pour des calculs d'oxalate de calcium présentent une récurrence dans les trois ans suite à la cystotomie²⁵. Malgré les mesures de prévention précédemment citées, les récurrences sont fréquentes et il est souvent nécessaire de réintervenir plusieurs fois sur le même patient pour retirer des calculs. Par conséquent en tant que procédure non invasive, la lithotripsie aurait un avantage évident pour ces patients. En effet les patients semblent plus confortables suite à une lithotripsie que suite à une chirurgie. Le temps d'hospitalisation est plus court et les patients peuvent reprendre leur vie normalement sans période de convalescence. Malheureusement aucune étude, à ce jour, n'a évalué le taux de récurrence suite à une lithotripsie chez les chiens.

B. Taux de récurrence post-lithotripsie chez l'humain

Les taux de récurrences chez l'humain sont plus élevés suite à une lithotripsie que suite à une chirurgie⁴¹. Les fragments persistants dans la vessie pourraient servir de noyau et ainsi favoriser la croissance de nouveaux calculs. Short a réalisé une étude pour comparer les taux de récurrence de calculs suite à la chirurgie et à la lithotripsie chez des humains⁴¹. Cette étude a porté sur 39 patients, 77 procédures dont 27 chirurgies. Les taux de récurrence étaient significativement plus élevés suite à une lithotripsie (50%) que suite

à une chirurgie (7.4%). L'intervalle de temps sans calcul était significativement plus long après une chirurgie (70.8 mois) comparé à après une lithotripsie (13.8 mois)⁴¹.

C. Évacuation des fragments suite à une lithotripsie

L'évacuation de la majorité des fragments est primordiale après la LEH parce que la présence de fragments pourrait favoriser la formation de nouveaux calculs. Chez les humains l'évacuation des fragments se fait par miction naturelle après prise de boisson volontairement exagérée ou fluidothérapie. Chez le chien la prise de boisson peut être plus difficile à gérer car elle ne peut être volontaire. L'évacuation des fragments se fait donc sous anesthésie en irriguant de la saline dans la vessie et en la réaspirant ou encore en simulant une miction naturelle en exerçant une pression manuelle sur la vessie (« voiding urohydropulsion »). Le retrait de certains fragments peut être réalisé à l'aide d'une pince « basket ». Pour faire évacuer les fragments restant suite à la procédure, il faut stimuler les chiens à boire en leur mettant à disposition plusieurs bols d'eau, en rajoutant du bouillon de poulet ou de bœuf dans l'eau de boisson.

L'évacuation des fragments est facilitée chez les humains par leur position lors de la miction. En effet comme ils urinent à la verticale l'évacuation des fragments profite de la gravité. Tandis que les chiennes adoptent une position quasiment verticale, les chiens eux, ne profitent pas de l'intervention de la gravité car ils urinent dans une position horizontale. Par conséquent, l'évacuation spontanée des fragments est sans doute moins efficace chez les chiens que chez les humains en particulier chez les mâles compte tenu de leur position lors de la miction. Il est donc possible que la lithotripsie soit moins

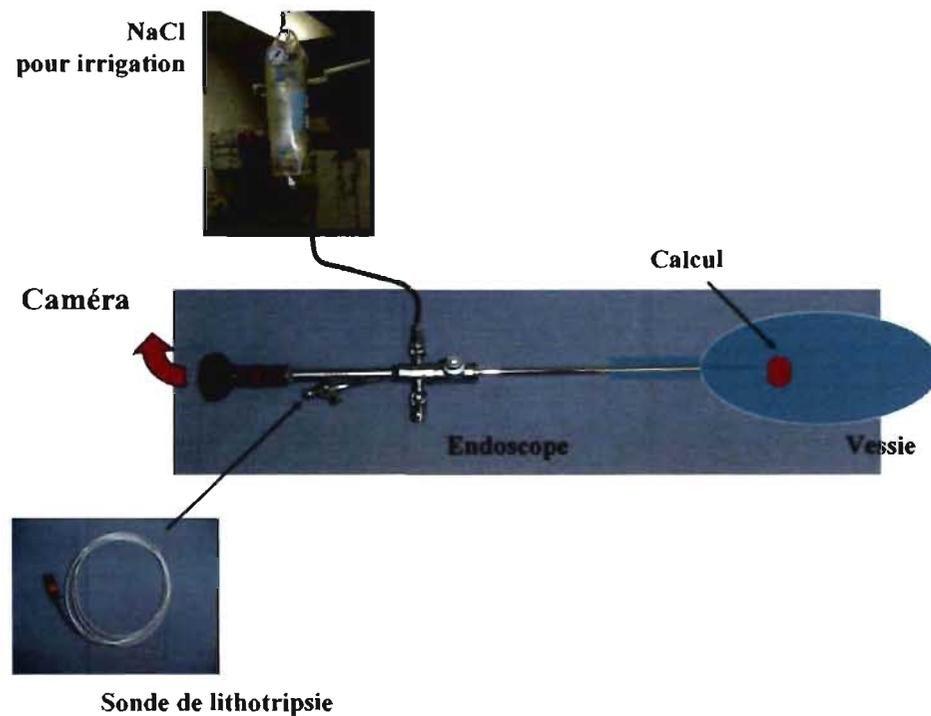
efficace chez les mâles et que les récurrences soient plus précoces chez ces derniers que chez les humains et que chez les chiennes.

Nos hypothèses sont les suivantes :

1. La LEH est une technique efficace pour traiter les calculs vésicaux et urétraux chez les chiens
2. La LEH est une procédure sécuritaire chez les chiens et les chats pour traiter les calculs vésicaux et urétraux.

Figure 1. Fragmentation de calculs vésicaux par lithotripsie électrohydraulique.

L'endoscope est introduit dans la vessie via l'urètre. De la saline est injectée pour distendre la vessie afin de localiser le calcul et d'évaluer la muqueuse vésicale. La sonde de lithotripsie est introduite dans le canal opérateur et avancée jusqu'à son contact avec le calcul. L'opérateur active une décharge au bout de la sonde au contact du calcul, ce qui entraîne sa fragmentation.



1 **Use of Electrohydraulic lithotripsy in 28 dogs presenting bladder and urethral stones**

2

3 **Alice Defarges**, DMV, IPSAV, Internal Medicine Resident

4 **Marilyn Dunn**, DMV, MVSc, dipl. ACVIM, Professor in Internal Medicine

5 Département des Sciences Cliniques, Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Montréal,

6 Québec, Canada

7 **Electrohydraulic lithotripsy in dogs**

8 Département des Sciences Cliniques, Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Montréal,

9 Québec, Canada

10 **Grants:** FAVeR (Foundation for the Advancement of Veterinary Research for Companion

11 Animals) and Fond du Centenaire de l'Université de Montréal

12 Abstract presented at ACVIM Forum 2006

13 **Acknowledgments**

14 The authors gratefully appreciate the generous support of FAVeR, the Fond du Centenaire de

15 l'Université de Montréal, the Medi-Cal Urolith Centre in Guelph and Dr Guy Beauchamp.

16 The authors wish to thank the referring veterinarians for their contribution to this study.

17 Alice Defarges, [REDACTED]

18 Marilyn Dunn, [REDACTED]

19 Service de Médecine Interne, Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire (CHUV), 1525 des

20 vétérinaires, Saint-Hyacinthe, J2S 7C6, Québec, Canada

21 **Background:** Electrohydraulic lithotripsy (EHL) has been used as an alternative to
22 cystotomy in human medicine to remove urinary stones. This prospective study evaluated
23 the efficacy and safety of EHL to remove urinary stones in dogs.

24 **Hypothesis:** EHL is an efficient and safe method of treatment of bladder and urethral
25 stones in dogs.

26 **Methods:** Dogs presenting between January 1st 2005 and June 1st 2007 with lower
27 urinary tract stones diagnosed by radiographs or ultrasound were included in the study.
28 Physical examination, hematology, biochemistry, urinalysis and urine culture were
29 performed at presentation. EHL and voiding urohydropulsion were done under general
30 anesthesia. Patients received 12 hours of intravenous fluids after which they were
31 rechecked by ultrasound and discharged with antibiotics and anti-inflammatory drugs for
32 5 days. All patients were reevaluated 1 month, 3 and 6 months after presentation by
33 physical exam, urinalysis and ultrasound.

34 **Results:** Twenty eight dogs (19 males, 9 females) presenting bladder and/or urethral
35 stones underwent lithotripsy. Median weight was 8.3 kg. Calcium oxalates were present
36 in 22 cases, struvites in 4 and mixed stones in 2. Fragmentation was done in the bladder
37 (23 cases) and in the urethra (12 cases). Stone free rate was higher for urethral than
38 bladder stones in males and higher for bladder stones in females than in males. No major
39 complications were reported. Within 6 months 12 dogs relapsed.

40 **Conclusions:** Results of this study support the use of EHL as a minimally invasive
41 treatment for bladder stones in females and for urethral stones in male dogs.

42 **Key words:** recurrence, urolithiasis, urohydropulsion, urethral obstruction, fragmentation

43 Lithotripsy is currently used to treat human patients presenting calculi in the urinary
44 bladder, in the gallbladder, and nephroliths. This technique decreases the size of the stone
45 to allow its passage through the urinary tract. Several types of lithotripsy have been
46 described; laser, ultrasonic, shockwave lithotripsy (upper tract uroliths) and
47 electrohydraulic lithotripsy (EHL). Ho:Yag Laser lithotripsy has become the standard
48 urologic laser used in people. Ho:Yag Laser lithotripsy has been reported to be successful
49 in treating bladder stones in dogs^{1,2,3,a} but its availability may be limited because of its
50 high cost. EHL could be a more affordable alternative⁴. The EHL electrode is passed
51 through an endoscope and allows an electrical spark to be generated in a fluid medium
52 (the bladder is filled with saline solution). The spark is activated for a brief period. The
53 creation and subsequent disappearance of the spark in a fluid medium generates large
54 pulse pressures (shock waves). The electrode is placed against the surface of the urolith
55 therefore most of the energy is absorbed by the stone. Uroliths subjected to such high
56 pressure shock waves rapidly fragment due to shearing forces that disrupt the crystal
57 lattice structure⁵. The uroliths can then be removed by basket and voiding
58 urohydropulsion. The overall success rate of EHL in humans with upper and lower
59 urinary stones is above 90%^{8,9,10,11,12}.

60 There are three equine reports of the clinical use of EHL in the treatment of urinary tract
61 stones. Two geldings and 1 mare have been treated successfully for bladder stones^{13,14}.

62 Many experimental studies have been performed on pigs and rabbits to confirm the
63 efficacy and safety of EHL to treat urinary stones^{15,16,17}.

64 One canine report describes the use of EHL to fragment experimentally inserted calculi in
65 the bladder¹⁸.

66 EHL appears to be safe with no major complications reported in humans and animals.
67 Minor complications are also uncommon and include minimal mucosal lesions (petechiae
68 and erosions) that do not appear to be clinically significant^{9,10,11,12,14,19,20}.

69 In summary, EHL appears to be an efficient and safe method to treat spontaneously
70 occurring bladder stones in horses and experimentally inserted calculi in pigs and dogs.
71 To our knowledge, evaluation of the efficacy of EHL has not been examined in
72 spontaneous bladder calculi in dogs. The purpose of this study was to evaluate the
73 efficacy and safety of EHL in the fragmentation of bladder and urethral stones in dogs.

74 **Materials and methods**

75 *Criteria for patient selection*

76 The patients included in the study were presented or referred to the CHUV (Centre
77 Hospitalier Universitaire Vétérinaire) between January 1st 2005 and June 1st 2007. Dogs
78 that were included in the study had bladder and/or urethral stones confirmed by
79 ultrasound or radiographs and did not have any evidence of bladder or urethral neoplasia.
80 Dogs were excluded if they had stones removed by urohydropulsion without
81 fragmentation and if the urethra was too narrow to allow passage of the scope. In
82 addition, dogs were excluded from follow up when a cystotomy was performed during
83 the study.

84 A signed owner consent form was obtained and the study was conducted in accordance to
85 the guidelines of the ethics committee of the University of Montreal.

86 All dogs underwent a physical examination, a complete blood count, a serum biochemical
87 profile, a urinalysis and culture collected by cystocentesis. Dogs were imaged by a
88 board certified radiologist by abdominal radiography, urinary tract ultrasound or both.

89 Radiographs were taken in 25 patients to compare ultrasound and radiography outcomes
90 as part of a separate study. The number of stones, their size, the appearance of the
91 kidneys and bladder wall thickness were all recorded. The greatest number and size of
92 fragments on the radiographs and ultrasound were recorded.

93 Dogs were entered into the study once the presence of bladder or urethral stones was
94 confirmed. If a urinary tract infection was present, antimicrobial administration based on
95 culture and sensitivity results was started 5 days prior to performing the procedure and
96 given for at least 3 weeks following EHL. Any animal whose results suggested urethral
97 or bladder tumor were excluded from the study.

98 Patients were premedicated with an opioid (hydromorphone^b 0.1 mg/kg or butorphanol^c
99 0.1mg/kg intra muscularly) and anesthesia was induced by intravenous injection of
100 propofol^d (4mg/kg) as needed for intubation. Dogs were maintained under anesthesia
101 with isoflurane^e and oxygen.

102 Patients were positioned in right lateral recumbency. The prepuce or vulva was prepared
103 by a surgical scrub and a surgical field^f was used.

104 ***Lithotripsy***

105 To perform EHL, a rigid^{gh} or flexible cystoscope^{ij} was passed into the bladder via the
106 urethra (Table 1). For this purpose, we used an endoscope and an electrohydraulic
107 lithotripter^k. Three electrohydraulic probes were available. The diameter and length were
108 respectively 2.4F and 700 mm^l, 2.4F and 1050 mm^m, and 5F and 700 mmⁿ. The power
109 setting was 2 to 10 units (Wolf^k) with a frequency of 8 to 20 Hz. Three modes of
110 operation were available: single pulse, pulse sequence and continuous pulses.

111 The bladder was emptied before the procedure and filled with warm saline via urethral
112 catheterization^o.

113 Once the scope was passed through the urethra and into the bladder, repeated saline
114 flushes allowed visualization of the urethra and entire bladder.

115 The urethra and bladder were inspected for any signs of hematoma, erosions, stones or
116 irregular mucosa.

117 Calculi were identified and fragmentation was begun. The electrode was activated when
118 in direct contact with the stones. The lowest energy settings were initially used to
119 fragment the stones. The power was increased as needed to ensure fragmentation. Once
120 all uroliths had undergone sufficient fragmentation to be flushed through the urethra, they
121 were evacuated by voiding urohydropulsion with the patient positioned vertically. The
122 uroliths were sent to the 'The Medi-Cal Urolith Centre' in Guelph, Ontario for analysis.

123 A stone basket^{p,q} was used to remove uroliths provided the stones were small enough to
124 pass through the urethra. The fragmentation-irrigation-voiding urohydropulsion cycle
125 was repeated until there were no visible fragments remaining in the bladder. A last
126 passage of the cystoscope at the end of the procedure allowed us to record the appearance
127 of the bladder mucosa. All new bladder mucosal lesions were recorded. A urinary
128 catheter was not left in place following the procedure. An anti-inflammatory treatment
129 was administered to all animals (meloxicam^t: 0.1 mg/kg SC the first day and than per os^s
130 once a day for 5 days). All patients received antibiotics (cephalexin^t 22mg/kg IV) for 5
131 days after the procedure (cephalexin^u 22mg/kg BID per os). If the dog was already
132 receiving antibiotics prior to the study, it was continued until the results of urine culture
133 were received. Treatment was then modified as needed. All patients were hospitalised in

134 the continuous care unit (CCU) for at least 12 hours after the procedure. They received
135 intravenous fluid therapy (Na Cl 0.9%)^v at 60ml/kg/day. Any sign of hematuria,
136 pollakiuria, or stranguria was recorded. An abdominal radiography, urinary tract
137 ultrasound or both were done the day after the procedure to measure and count remaining
138 stone fragments. Inclusion order, breed, weight and patient age, size, number, type and
139 site of stones, urinary specific gravity and pH, scope used, length of procedure, number
140 of discharges, necessity for cystotomy, type and time of clinical signs after lithotripsy
141 were all recorded.

142 *Follow-up*

143 Owners noted lower urinary tract signs (pollakiuria, stranguria and hematuria) at home
144 and completed a form (once a day for the first week and once a week for one month and
145 once a month for 5 months). All owners were instructed to add water to their dog's food
146 long term to help prevent stone recurrence or growth of remaining fragments. Rechecks
147 were scheduled one month, 3 months and 6 months after the procedure at the CHUV. A
148 physical examination, urinalysis, urine culture as needed, urinary tract ultrasound and/or
149 abdominal radiographs were done at this time. Owners were contacted by phone at the
150 end of the study to evaluate client satisfaction with the procedure.

151 Clinical signs, urinary specific gravity and pH, size, number and location of stones, were
152 recorded at each recheck. Relapse was used to designate growing fragments remaining in
153 the bladder on ultrasound. Stone free rate was defined as an absence of urethral and/or
154 bladder fragments on ultrasound and for urethral stones, if available, on radiographs.
155 Recurrence was defined as a reappearance of bladder stones on ultrasound. We chose the
156 greatest number and size between both imaging methods to define relapse or recurrence.

157 ***Statistical analysis***

158 Size and number of stones, breed, weight and patient age, scope used, type of stone,
159 length of procedure, number of procedures and clinical signs were evaluated by
160 descriptive statistics. A Spearman test was used to evaluate the relationship between the
161 inclusion order and the median procedure time. A Wilcoxon signed rank test was used to
162 determine whether a significant difference existed between median time of procedure and
163 sex, type of stone and inclusion order, size and number of stones. A Chi-square test was
164 used to compare clinical signs, prevalence and site of fragmentation (urethra and
165 bladder), to compare stone free status at T0 in the urethra and in the bladder and to
166 compare stone free rate at T0 in females and in males respectively for small stones
167 (<1cm) versus large stones (≥ 1 cm), for multiple (≥ 5 stones) versus few stones (<5).
168 Significance for all analysis was defined as $p < 0.05$.

169 **Results**

170 Thirty dogs were presented for lower urinary tract signs compatible with bladder stones.
171 Twenty eight dogs were included in the study and 32 procedures were performed. The
172 study included 9 sterilised females, 18 neutered males and one intact male. Body weights
173 ranged from 3.3 to 33.5 kg. The lightest female was 3.3 kg and the lightest male was 6.2
174 kg. The most common breeds were Schnauzers (9/28 = 32%) and Shih Tzus (5/28 =
175 18%). Other breeds represented by two or less dogs were Kerry blue Terrier, Springer
176 Spaniel, Lhasa apso, Boxer, Yorkshire terrier, Boston terrier, American Cocker Spaniel,
177 West highland white terrier and Jack Russel Terrier. There were 4 mixed-breed dogs.
178 Median age at presentation was 6 years (range: 3 to 11 years). Six of 28 (21%) dogs had
179 previously undergone cystotomy within the past 2 weeks to 2 years. One dog had a

180 history of congenital coagulation factor deficiency (factor XI). This dog did not present
181 any bleeding during lithotripsy, however he received one unit of plasma intravenously
182 and one subcutaneous injection of desmopressine^w (2µg/kg) prior to the procedure.
183 Another dog had a history of chronic pancreatitis with an acute episode 3 months prior to
184 inclusion in the study.

185 At presentation 24/28 (86%) dogs presented clinical signs compatible with lower urinary
186 tract disease, the others were asymptomatic. Biochemistry and hematology were
187 unremarkable. Urinary tract infection was present in 3 cases. These patients received 5
188 days of antibiotics prior to the procedure. Size of stones ranged from 3 to 25 mm with a
189 mean of 8.9 mm. Mean number of stones in the bladder was 1.6 on ultrasound and 6.7 on
190 radiographs. Seven out of 28 patients (25%) presented a stone equal to or larger than
191 1cm. Four patients presented more than 5 stones. It was not possible to count the urethral
192 stones as they often occurred in aggregates.

193 Stone fragmentation was done in the bladder in 23 cases and in the urethra in 12 cases.

194 The flexible ureteroscope^{h,i} was used in 23 cases, the 14F rigid cystoscope^f in 6 cases and
195 the 17F rigid cystoscope^g in 3 cases. The flexible ureteroscope^{h,i} was used in 22 males
196 and 1 female weighing 3.3kg. The 14F rigid cystoscope^f was used in 6 females weighing
197 between 4.8 and 9.3 kg. The 17F rigid cystoscope^g was used in 3 females weighing 11.3,
198 15.7 and 33.0 kg. Mean length of the procedure was 84 minutes, with a median of 80
199 minutes and a range of 25 to 195 minutes. The mean procedure duration for females was
200 83 min (range; 25-195) and for males 87 min (range: 35-150). The Wilcoxon test failed to
201 show any difference between the two groups (p=0.6). Length of the procedure was not
202 significantly different for stone type (p=0.62). A Spearman test revealed a statistically

203 significant negative linear relation between length of the procedure and the inclusion
204 order ($SD = -0.42, 0.05 > p > 0.02$). A learning curve affecting procedure length was
205 found.

206 The mean procedure length was not significantly different when the procedure was done
207 in the urethra versus the bladder ($p=0.96$), as well as for large stones versus small stones
208 ($p= 0.98$), and for multiple versus few stones ($p=0.6$).

209 A stone basket^{Pq} was used in 12 cases, in 8 males to remove urethral fragments and
210 stones and in 4 females to remove bladder stones and fragments.

211 The number of discharges was recorded for 24/32 (75%) procedures. The mean number
212 of discharges was 91, the median number of discharges was 19 with a range of 1 to 1559.

213 Low power settings were used for all stone fragmentations: power settings of < 5 units
214 Wolf^k and frequencies of <14 Hz, except for one case (stone of 25mm) that required
215 higher power settings (power of 10 units and frequency of 20Hz). A single discharge at
216 each time was delivered.

217 Macroscopic inspection of the urinary tract post-lithotripsy commonly revealed
218 erosions and petechia of the bladder mucosa but the urethral mucosa appeared much less
219 affected. Despite multiple passages of the scope, the urethral mucosa showed minimal
220 changes.

221 Stone analysis revealed: 22/28 (79%) dogs had calcium oxalates, 4/28 (14%) had
222 struvites and 2/28 (7%) had mixed stones. Mixed stones were composed of silicate and
223 calcium oxalate and were present in 2/28 dogs (7%) both males.

224 Two dogs necessitated a cystotomy immediately after lithotripsy.

225 The stone free rate in the bladder was 5/26 (19%) and was higher in females (4/8 = 50%)
226 than in males (1/18 = 6%) (Table 2).

227 The stone free status was significantly higher when stones were fragmented in the urethra
228 than in the bladder ($p < 0.0001$).

229 The stone free rate was not significantly different for multiple versus few stones ($p=1$)
230 nor for small versus large stones ($p=1$), for multiple versus few stones in females
231 ($p=0.38$) and in males ($p=1$), in females for small versus large stones ($p=1$), and in males
232 for small versus large stones ($p=1$). In males, the bladder stone-free rate was below 30%
233 throughout the study. The urethral stone free rate was 100% (12/12).

234 Four cases were referred for stones causing urethral obstruction. Lithotripsy was
235 successful in removing multiple urethral stones blocking the urethra thus avoiding a
236 urethrotomy.

237 Immediately following the procedure 6/26 (23%) patients had no clinical signs, 4/26
238 (15%) had improved and 10/26 (39%) were stable. Only 6/26 (23%) had worsened
239 clinical signs after lithotripsy lasting less than 6 days with a range of 2 to 6 days. There
240 was no effect of number of discharges on the prevalence of clinical signs ($p= 0.99$). There
241 was no relationship between hematuria, pollakiuria, stranguria and the site of lithotripsy
242 (bladder or urethra) ($p=0.99$).

243 Six month rechecks were available in 14 dogs. One year rechecks were available in 16
244 dogs (Table 3). Following lithotripsy Twenty owners (20/28=71%) did not respect the
245 recommendations regarding the feeding of a canned urinary diet and water consumption.
246 Eighteen of 21 (86%) dogs had no clinical signs 1 month after lithotripsy. Two dogs had
247 worsened clinical signs and growing fragments were seen on ultrasound. These two dogs

248 underwent a cystotomy and a lithotripsy respectively. Uterine rupture occurred in one
249 dog following accidental uterine catheterization. Another dog with chronic urethral
250 stones presented a urethral tear diagnosed 2 days following the procedure.

251 Twelve dogs had relapses; 9 males and 3 females (Table 2). The majority of relapses
252 (7/12) occurred one month after lithotripsy; among them only 4 had clinical signs at the
253 time of relapse.

254 Within the 6 month follow up, 6 patients presented a recurrence (Table 2). Only one case
255 had clinical signs associated with lower urinary tract disease. Two females had stone
256 recurrence 6 and 10 months after lithotripsy. All dogs with recurrences had calcium
257 oxalates stones at presentation.

258 Three of 28 (11%) dogs needed a cystotomy less than 1 month after lithotripsy because of
259 persistent clinical signs and a perceived risk of obstruction (Table 3). Three dogs
260 underwent two or more lithotripsies (1-10 months after the first one).

261 **Discussion**

262 The median age and weight of patients with urinary stones is in agreement with previous
263 studies⁶. 22/28 (79%) of cases presented calcium oxalate stones which is higher than the
264 previously reported prevalence of 35%⁵. This finding may be explained by the referral
265 only caseload of our hospital and the recurrent nature of these stones.

266 Despite the submission of stone fragments for analysis, mixed stones were easily
267 identified and therefore the nidus and the outer shells were not missed.

268 Fragmentation was easier in the urethra than in the bladder. In the urethra, the stones
269 bounced less and were fragmented rapidly, visibility was also better and fragments were
270 easily evacuated. Surprisingly, the mean procedure time was not significantly different

271 based on the site of fragmentation (urethra or bladder). This lack of difference could be
272 attributed to the small number of patients with urethral stones. The urethral mucosa
273 appeared to bleed less in comparison to the bladder mucosa. Towards the end of the
274 study, when possible, we attempted to bring stones into the urethra for fragmentation.
275 Dogs undergoing urethral fragmentation did not show worsened clinical signs post
276 lithotripsy.

277 In the bladder, successive fragmentation resulted in mucosal trauma and some bleeding.
278 Despite working under continuous flush, visualization became markedly reduced and it
279 was at times difficult to identify large remaining fragments. In order to minimize mucosal
280 bleeding we could have used cold saline flush and a diluted solution of 10%
281 phenylephrine^x.

282 In previous studies, lithotripsy failures were related to the inability to fragment certain
283 stone types. The more lamellated and hard a stone is, the more difficult it is to break²¹.
284 Stones with smooth rounded surfaces were difficult to fragment as it was harder to keep
285 the probe in contact with the surface of the stone. Cases in which fragment analysis
286 reveal struvites are good candidates for medical dissolution of remaining bladder
287 fragments. In horses, it has been reported that calcium phosphate stones are difficult to
288 fragment¹⁴. Uric acid stones have also been reported to be difficult to fragment in
289 humans²². None of the dogs in our study presented uric acid, cystine or calcium
290 phosphate stones.

291 In our study, the stone free rate for all patients evaluated was less than 50% during 6
292 months (Table 2). In females, the stone free rate was 50% immediately after the
293 procedure and in males it was below 30% during 6 months. In our study it was easier to

294 remove fragments in females than in males. The shorter and larger urethra of females
295 facilitates fragment removal. Larger uroliths can be successfully voided from female dogs
296 as compared to male dogs of similar size. We used vertical positioning during
297 urohydropulsion to facilitate fragment expulsion as has been previously recommended²³.
298 The mean procedure duration for females was 83 min (range; 25-195) and for males 87
299 min (range: 35-150). The Wilcoxon test failed to show any difference between the two
300 groups ($p=0.6$). The lack of statistical difference between males and females may be due
301 to lack of power in the study.

302 In our study, urethral stone free rate was 100% (12/12). Urethral fragments were
303 easily removed in males by urethral irrigation under pressure while applying pressure to
304 the prostatic urethra by rectal palpation. A basket aided in the removal of remaining
305 urethral fragments in 12 cases. However, some patients were not rechecked by
306 radiographs that are more reliable imaging method to evaluate urethral stones (table 3).
307 Based on our subjective and objective observations, some limiting factors of lithotripsy
308 were raised. First, the weight of the patient (and subsequently the size of the urethra) can
309 be a limiting factor. Females weighing less than 3kg and males weighing less than 6kg
310 could not be evaluated by our scopes due to their small urethral diameter. A smooth or
311 very large stone was at times difficult to fragment and subsequently remove. Bladder
312 stone fragments in a male are difficult and time-consuming to remove due to the anatomy
313 of the urethra. Bleeding of the bladder mucosa decreases the visibility and subsequently
314 the efficacy of the procedure. In our opinion, ideal candidates for lithotripsy are females
315 with bladder stones or males with urethral stones.

316 It has been reported that some fragments remain trapped in blood clots within the bladder
317 post-lithotripsy. It may therefore be useful to perform urohydropulsion 24 hours post-
318 lithotripsy to aid in the elimination of these retained fragments²⁴. Another way to improve
319 fragment removal may be with the use of diuretics. Furosemide^y was given to 2 dogs at
320 1mg/kg IV twice a day. The beneficial effect of such therapy could not be determined
321 because of small sample size.

322 One female dog that had a 25mm diameter stone underwent cystotomy as it was
323 impossible to remove the large number of remaining bladder fragments. Another
324 approach would have been to analyze the fragments and attempt medical dissolution for
325 struvites.

326 Seventy seven percent of patients presented stable, improved or an absence of clinical
327 signs after lithotripsy. This could be explained by the minimally invasive nature of
328 lithotripsy and/or the use of an anti-inflammatory. Lesion severity has been reported to be
329 directly related to the power setting²². We used only low to middle power settings which
330 may have minimized trauma to the urinary tract.

331 Twenty three percent of patients presented worsened clinical signs following lithotripsy.
332 It was not possible for us to determine whether clinical signs observed post-lithotripsy
333 were due to the procedure itself or to the urohydropulsion as hematuria has been reported
334 in animals only undergoing urohydropulsion²⁵. There was no relation between hematuria,
335 pollakiuria, stranguria and site of stone fragmentation (bladder or urethra).

336 Six patients presented a recurrence of uroliths in this study within 6 months (Table 2).
337 Previously reported recurrence rates after Cystotomy have ranged from 12 to 53%
338 depending on stone type^{26,27,28}. The recurrence rate after lithotripsy was in the upper

339 range of the reported recurrence rate after cystotomy. This is in agreement with previous
340 human studies that reported higher stone recurrence rates following lithotripsy than with
341 Cystotomy²⁹. This may be explained by remaining fragments in the bladder serving as a
342 nidus for new stone formation. Dogs in our study may also have been predisposed to
343 stone recurrence as 21% were presented for stone recurrences following cystotomy and
344 the majority presented with calcium oxalate stones that are known to frequently recur.
345 Six patients presented a recurrence of calcium oxalate stones 6 months after lithotripsy.
346 The recurrence of calcium oxalate stones seems to be higher after lithotripsy than after
347 cystotomy which is 9% at 6 months^{26,z}. Despite written recommendations, diet and water
348 consumption were not adhered to at home. Twenty owners of 28 (71%) failed to comply
349 the recommendation of humid diet.

350 In our study, 12 patients had a relapse within 6 months (Table 2). This may be explained
351 by the growth of remaining bladder fragments. Upon closer analysis, the relapse rate was
352 higher in males than females. This difference in sex may be explained by spontaneous
353 voiding of fragments in females. The majority of the relapses occurred at T1. This very
354 rapid growth of fragments could be explained by the fact that the growth is more rapid
355 when there is already a nidus to form a new stone. The relapse rate might have been
356 biased since some patients were lost for follow-up or rechecked only with ultrasound
357 (Table 3). We could have missed some urethral stones or underestimated the number of
358 stones on ultrasound. On the other hand, ultrasound could lead to overestimation of
359 relapse and recurrence rate. For example, two fragments could mimic a bigger stone. The
360 high relapse and recurrence rate may not be related only to the technique. Indeed only

361 29% of owners respected the recommendations and gave their dog a humid and urinary
362 diet.

363 Results of laser lithotripsy to treat lower urinary tract have been reported³. The stone free
364 rate was 100% in all of the female dogs have using the holmium laser³. Transurethral
365 cystoscopy and laser lithotripsy resulted in stone free status in approximately 80% of the
366 male dogs³. In comparison to EHL in our study, laser lithotripsy appears more efficient.
367 However we consider that EHL could be a cost effective alternative to treat lower urinary
368 tract urolithiasis in dogs. The greatest challenge we encountered was not fragmentation
369 but expulsion of urolith fragments. Perhaps our technique of fragment expulsion is the
370 culprit and needs improving upon. Shock wave lithotripsy may also be used to fragment
371 bladder calculi in male dogs that are too small to consider transurethral cystoscopy¹.

372 Some limitations in our study were a small number of dogs rendering the study
373 underpowered to detect a relation between the type of stone and efficacy of lithotripsy.
374 There was no control group to compare recurrence/relapse post laser lithotripsy or post-
375 cystotomy. Owners evaluated the clinical signs of their dogs at home post-lithotripsy and
376 therefore a biased by intent to treat may have been present.

377 Despite these limitations, we feel that EHL was a good alternative to laser lithotripsy and
378 to surgical cystotomy. EHL was well tolerated, minimally invasive and effectively treated
379 urinary calculi in the majority of our patients. Based on our experience and results we
380 would avoid treating small male dogs with bladder stones by lithotripsy. EHL was
381 especially beneficial for the treatment of bladder calculi in females and urethral calculi in
382 males.

383 **Footnotes**

384 ^aGrant DC; Crisman MV. Laser Lithotripsy of Equine Calcium Carbonate Uroliths.

385 Proceeding ACVIM 2007.

386 ^bHydromorphone hydrochloride: Hydromorphone, Sandoz, Boucherville, Quebec,

387 Canada

388 ^cButorphanol: Torbugesic, Wyeth, St-Laurent, Quebec, Canada

389 ^dPropofol: Rapinovel, Shering-Plough Animal Health Santé Animale, Pointe-Claire,

390 Quebec, Canada

391 ^eIsoflurane, AERANE, Baxter corporation, Mississauga, Ontario, Canada

392 ^fSurgical field, Opsite, Smith & Nephew medical limited, Hull, England

393 ^gCompact Cysto-Urethroscope: 8642.403, RICHARD WOLF GmbH, D-75438

394 Knittlingen, Pforzheimerstr. 32, Germany

395 ^hCompact Cysto-Urethroscope: 8645.403, RICHARD WOLF GmbH, D-75438

396 Knittlingen, Pforzheimerstr. 32, Germany

397 ⁱFlexible fibroscope: 7330.072 RICHARD WOLF GmbH, D-75438 Knittlingen,

398 Pforzheimerstr. 32, Germany

399 ^jFlexible ureteroscope: 7.5 Fr. Flexible Ureteroscope 11278 AU1/11278 A1, Karl Storz

400 Endoscopy Canada Ltd., Mississauga, Ontario, Canada

401 ^kLithotripter: Riwolith 2280, ICCD Endocam, Auto LP 5123, RICHARD WOLF,

402 Pforzheimerstr. 32, Germany

403 ^lUrethral catheter: Urethral catheter, Kendall Sovereign trademark of Sherwood services

404 AG, Mansfield, MA

405 ^mElectrohydraulic lithotripter Ultramed, 2280.121/.321 (Probe 2.4 F 700mm length)

- 406 ⁿElectrohydraulic lithotripter Ultramed, 2280.121/.421 (Probe 2.4 F 1050mm length)
- 407 ^oElectrohydraulic lithotripter Ultramed, 2280.151 (Probe 5 F 700mm length)
- 408 ^pStones extractor 8741.03, RICHARD WOLF GmbH, D-75438 Knittlingen,
409 Pforzheimerstr. 32, Germany
- 410 ^qStones extractor 8741.33, RICHARD WOLF GmbH, D-75438 Knittlingen,
411 Pforzheimerstr. 32, Germany
- 412 ^rMeloxicam: Metacam® 5mg/ml injection, Boehringer Ingelheim, Burlington, Ontario,
413 Canada
- 414 ^sMeloxicam per os: Metacam® oral suspension 1.5mg/ml, Boehringer Ingelheim,
415 Burlington, Ontario, Canada
- 416 ^tCefazolin: Cefazolin for injection, Novopharm, Toronto, Ontario, Canada
- 417 ^uCephalexin per os: NOVO-LEXIN, Novopharm, Toronto, Ontario, Canada
- 418 ^vNacl 0.9%, 0.9% sodium chloride injection USP, Baxter corporation, Mississauga,
419 Ontario, Canada
- 420 ^wAcetate of desmopressine, Rhinyle DDAVP intranasal solution (0.1mg/ml), Ferring,
421 Toronto, Ontario, Canada
- 422 ^xPhenylephrine hydrochloride: Neo-synephrine, Hospira, Montreal, Quebec, Canada
- 423 ^yFurosemide: Salix, Intervet, Whitby, Ontario, Canada
- 424 ^zLulich JP, Perrine L, Osborne CA, and al. Postsurgical recurrence of calcium oxalate
425 uroliths in dogs. J Vet Int Med 1992; 6: 119.

426 References

- 427 1. Adams LG, Lithotripsy Using Shock Waves and Lasers. In proceedings. ACVIM
428 forum 2006.
- 429 2. Adams LG, Lithotripsy in Dogs and Cats (VET-390). In proceedings Western
430 Veterinary Conference 2004.
- 431 3. Adams LG, Lulich JP. Laser lithotripsy for removal of uroliths in dogs, in
432 Proceedings of SPIE, ed. Kollias N, *et al*, SPIE, Bellingham, WA, 2006, 607836
- 433 4. Senior DF, Lithotripsy in dogs. In proceedings ACVIM forum 1999.
- 434 5. Adams LG, Senior DF. Electrohydraulic and extracorporeal shock-wave
435 lithotripsy. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1999;29(1):293-303.
- 436 6. Adams LG, Syme HM. Canine lower urinary tract diseases. In: Ettinger SJ,
437 Feldman EC, 6th Ed. *Textbook of Veterinary Internal Medicine*, Philadelphia, PA:
438 WB Saunders; 2005:1850-1874.
- 439 7. Huang S, Patel H, Bellman GC. Cost effectiveness of electrohydraulic lithotripsy
440 vs Candela pulsed-dye laser in management of the distal ureteral stone. *J*
441 *Endourol* 1998;12(3):237-40.
- 442 8. Ayra N, Nelles AE, Haber Gb et al. Electrohydraulic lithotripsy in 11 patients, a
443 safe and effective therapy for difficult bile duct stones. *Am J Gastroenterol*
444 2004;99:2330-2334.
- 445 9. Denstedt JD, Clayman RV. Electrohydraulic lithotripsy of renal and ureteral
446 calculi. *J Urol* 1990;143(1):13-7.
- 447 10. Raney AM. Electrohydraulic lithotripsy: experimental study and case reports with
448 the stone disintegrator. *J Urol* 1975;113:345-34.

- 449 11. See AC, Ng FC, Ch'ng HC. Electrohydraulic lithotripsy: an effective and
450 economical modality of endoscopic ureteric lithotripsy. Aust N Z J Surg
451 1998;67(8):551-3.
- 452 12. Vorreuther R, Engelking R. Adjustable electrohydraulic lithotripsy for minimally
453 invasive ureteroscopic stone treatment. J Urol 1995;31(2):76-80.
- 454 13. Eustace RA, Hunt JM. Electrohydraulic lithotripsy for the treatment of cystic
455 calculus in two geldings. Equine vet J 1988; 20(3):221-223.
- 456 14. MacHarg MA, Foerner JJ, Phillips TN et al. Electrohydraulic lithotripsy for
457 treatment of a cystic calculus in a mare. Vet surg 1985;14(4):325-327.
- 458 15. Bhatta KM, Rosen DI, Flotte TJ, Dretler SP and Nishioka NS. Effects of shielded
459 or unshielded laser and electrohydraulic lithotripsy on rabbit bladder. J
460 Urol;1990:143:857.
- 461 16. Piergiovanni M, Desgrandchamps F, Cochand-Priollet B et al. Ureteral and
462 Bladder lesions after ballistic, ultrasonic, electrohydraulic, or laser lithotripsy. J
463 Endourol 1994;8(4):293-299.
- 464 17. Wu TT, Hsu TH, Chen MT, et al. Morphological change in the urothelium after
465 electrohydraulic versus pulsed dye laser lithotripsy. J Urol 1994;74:685-689.
- 466 18. Senior DF. Electrohydraulic shock-wave lithotripsy in experimental canine
467 struvite bladder stone disease. Vet surg 1984;13:143-148.
- 468 19. Vorreuther R, Corleis R, Klotz T et al. Investigative urology: Impact of shock
469 wave pattern and cavitation bubble size on tissue damage during ureteroscopic
470 electrohydraulic lithotripsy. J Urol 1995;153(3):849-853.

- 471 20. Yip YL, Tin H, Electrohydraulic lithotripsy of bladder stones. A Hong Kong
472 experience. *Br J Urol* 1988;62(2):148-9.
- 473 21. Wu TT, Hsu TH, Chen MT et al. Efficacy of in vitro stone fragmentation by
474 extracorporeal, electrohydraulic, and pulsed-dye laser lithotripsy. *J Endourol*
475 1993;7(5):391-3.
- 476 22. Zhaowu Z, Xiwen W, Fenling Z. Experience with electrohydraulic shockwave
477 lithotripsy in the treatment of vesical calculi. *Br J Urol* 1988;61(6):498-9.
- 478 23. Lulich JP, Osborne CA, Sanderson SL, and al. VOIDING
479 UROHYDROPULSION Lessons From 5 Years of Experience. *Vet Clin North*
480 *Am Small Anim Pract* 1999;29(1):283-291.
- 481 24. Lulich JP, Osborne CA. Beyond the Stone Age: Minimally Invasive Techniques,
482 In proceedings. ACVIM forum 2007.
- 483 25. Lulich JP, Osborne CA, Carlson M and al. Nonsurgical removal of urocystoliths
484 in dogs and cats by voiding urohydropulsion. *J Am Vet Med Assoc* 1993;660:663.
- 485 26. Clark WT. The distribution of canine urinary calculi and their recurrence
486 following treatment. *J Small Anim Pract* 1974;15:437-444.
- 487 27. Finco DR, Rosin E, Johnson KH. Canine Urolithiasis: A Review of 133 clinical
488 and 23 Necropsy Cases. *J Am Vet Med Assoc* 1970;157:437-444.
- 489 28. Brown NO, Parks JL, Greene RW. Recurrence of Canine Urolithiasis. *J Am Vet*
490 *Med Assoc* 1977;170(4):419-422.
- 491 29. Short KL, Amin M, Harty JI et al. Comparison of recurrence rates of calculi of the
492 bladder in patients with indwelling catheters following vesicolithotomy,

- 493 litholapaxy and electrohydraulic lithotripsy. Surg Gynecol Obstet.
494 1984;159(3):247-8.

Figure 1. Bladder endoscopy in a dog with calcium oxalate stones. The lithotripsy probe (A) is being advanced until it contacts the stone (B) while maintaining a safe distance between the probe and the mucosa (C).

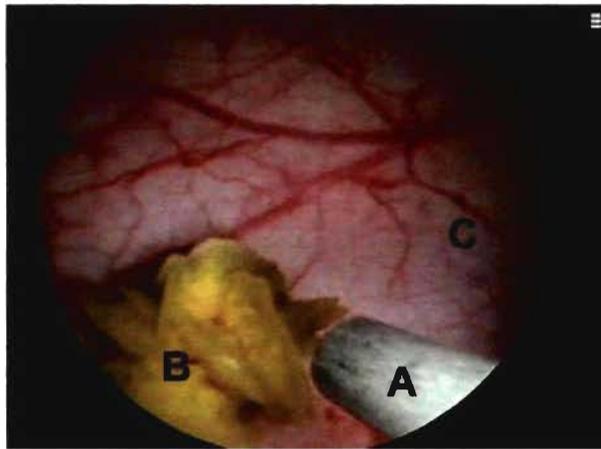


Table 1. Characteristics of endoscopes used in the study. Rigid cystoscopes were used only in female dogs. Flexible endoscopes were used in male dogs and in one female dog.

Type of scope	Sheath length (mm)	Sheath diameter (F)	Viewing angle (degrees)	Working channel diameter (F)	Used in patients with a minimal weight of (kg)
Flexible					
Ureteroscope 1^a	700	7.5	60	3.6	Female:3.3
Ureteroscope 2^b	675	7.2	88	3.6	Male: 6.3
Rigid					
Small Cystoscope^c	215	14	25	5	4.8
Large Cystoscope^d	215	17	25	7	11.3

^a Flexible fibroscope 7330.072 RICHARD WOLF GmbH, D-75438 Knittlingen, Pforzhelmerstr. 32, Germany

^b Flexible ureteroscope 11278 AU1/11278 A1, Karl Storz Endoscopy Canada Ltd., Mississauga, Ontario, Canada

^c Compact Cysto-Urethroscope 8642.403, RICHARD WOLF GmbH, D-75438 Knittlingen, Pforzhelmerstr. 32, Germany

^d Compact Cysto-Urethroscope 8645.403, RICHARD WOLF GmbH, D-75438 Knittlingen, Pforzhelmerstr. 32, Germany

Table 2. Stone outcome for patients during the 6 month follow up. Percentage of patients without stones and/or fragments (stone free rate), growing fragments (relapse) or recurrence of stones within the 6 month follow up. Time of each recheck: T0 for the day after the procedure, T1: 1 month following the procedure, T3: 3 months following the procedure, T6: 6 months following the procedure.

Time of recheck	T0	T1	T3	T6
Stone free rate				
Total	5/26 (19%)	4/18 (22%)	7/16 (44%)	3/13 (23%)
Females	4/8 (50%)	2/6 (33%)	4/5 (80%)	2/5 (40%)
Males	1/18 (5.5%)	2/12 (17%)	3/11 (27%)	1/8 (12.5%)
Recurrence rate				
Total	-	1/18 (5.5%)	1/16 (6%)	4/13 (31%)
Females	-	0	0	2/5 (40%)
Males	-	1/12 (8%)	1/11 (9%)	2/8 (25%)
Relapse rate				
Total	-	7/18 (39%)	2/16 (12.5%)	3/13 (23%)
Females	-	2/6 (33%)	0	1/5 (20%)
Males	-	5/12 (42%)	2/11 (18%)	2/8 (25%)

Table 3. Enrollment of patients at each recheck during the study. The patients were rechecked the day after the lithotripsy (T0), one month (T1), 3 months (T3) and 6 months after the procedure (T6). Some patients were rechecked by abdominal radiographs and/or ultrasound. Some patients were lost to follow up. Some patients were excluded from the follow up because they underwent Cystotomy*.

Time of recheck	T0	T1	T3	T6
Patients evaluated	26	18	16	13
Females	8	6	5	5
Males	18	12	11	8
Radiographs	21	17	11	6
Ultrasound	26	18	16	13
Lost to follow up	0	2	3	5
Surgery	2	8 ^a	9 ^b	10 ^c

*Cystotomies were done at the referring veterinarian or at the CHUV, within a month following the lithotripsy ^a, within the second month following the lithotripsy ^b and 3 months following the lithotripsy ^c.

Discussion

I. Signalement des patients

L'âge et le poids moyen des patients présentant des calculs urinaires étaient en accord avec les études précédentes².

II. Analyse des calculs

22/28 (78%) et 2/28 (7%) des cas avaient respectivement des calculs d'oxalate de calcium et des calculs mixtes, ce qui est supérieur au chiffre précédemment rapporté dans la littérature, soit 35% et 1.9% respectivement (Tableau I, p5)³³. Le CHUV étant un centre de référence de 2^{ème} ou de 3^{ème} ligne la majorité des patients admis ont des calculs d'oxalate de calcium plus difficile à gérer et à prévenir que les struvites dissous médicalement. Bien que l'analyse des calculs se fasse sur des fragments, les calculs mixtes ont été facilement identifiés. La fragmentation ne gêne donc pas l'identification du noyau et de l'enveloppe des calculs.

III. Courbe d'apprentissage

L'expérience acquise durant l'étude a permis la réduction du temps de procédure. Il y a eu une courbe d'apprentissage pendant l'étude. Avec l'expérience non seulement la durée de la procédure mais aussi l'évacuation des fragments sont plus efficaces. Il se pourrait qu'avec l'expérience acquise et un nombre plus grand de patients nous ayons de meilleurs résultats : un nombre plus élevé de patients sans fragments restants dans la vessie suite à la lithotripsie.

IV. Fragmentation des calculs

A. Fragmentation dans l'urètre

La fragmentation des calculs a été plus facile dans l'urètre que dans la vessie. Dans l'urètre, les calculs sont moins mobiles et peuvent être fragmentés rapidement, la visibilité est meilleure et les fragments sont évacués facilement. La muqueuse urétrale semble saigner moins facilement que la muqueuse vésicale. A la fin de l'étude, les calculs vésicaux étaient, dans la mesure du possible, ramenés dans l'urètre à l'aide de la pince « basket » pour être fragmentés. Les chiens qui ont subi une fragmentation dans l'urètre n'ont pas montré une aggravation des signes cliniques après la lithotripsie. L'utilisation d'un endoscope avec 3 canaux opérateurs aurait pu faciliter la fragmentation car les calculs peuvent être maintenus dans la pince pendant la lithotripsie⁶. Malheureusement un tel endoscope n'était pas disponible pour notre étude. En effet les endoscopes^{f,g,h,i} utilisés dans notre étude n'avaient que 2 canaux opérateurs.

B. Fragmentation dans la vessie

Dans la vessie, des fragmentations successives ont endommagé la muqueuse et entraîné quelques saignements. Malgré l'irrigation continue, la visualisation a été de plus en plus difficile si bien que parfois il n'était plus possible de voir les fragments restants. Afin de diminuer les saignements de la muqueuse nous aurions pu utiliser de la saline froide ou une solution de phényléphrine diluée à 10%.

V. Efficacité de la lithotripsie selon la nature des calculs

Les échecs de la lithotripsie rapportés jusqu'à maintenant sont le plus souvent reliés à la difficulté à fragmenter certains calculs. Les calculs lamellaires ou très lisses et durs seraient les plus difficiles à fragmenter¹². Les calculs de cystine et de struvite, lisses et lamellaires, sont par exemples très difficiles à fragmenter chez l'homme²⁸.

A. Calculs de struvite

Dans notre étude, les calculs de struvite semblent subjectivement être plus difficiles à fragmenter, malheureusement le nombre de décharges n'a pas été enregistré pour tous les cas. Les calculs de struvite ont souvent une surface très lisse sur laquelle la sonde glisse, ce qui rend la fragmentation moins efficace. Une fois fragmentés et analysés il est possible de dissoudre les fragments restants. Les calculs de struvite sont souvent secondaires à une infection urinaire par des bactéries uréases positives (*Staphylococcus spp.*, *Proteus spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Klebsiella*, *Ureaplasma*) et se forment dans une urine alcaline. Dissoudre les calculs de struvite consiste donc à associer un traitement antibiotique pour traiter l'infection sous jacente et une diète acidifiante pour favoriser la dissolution des calculs. Il est également recommandé comme pour toutes les sortes de calculs, d'augmenter la diurèse en augmentant la prise de boisson, l'objectif étant d'atteindre une densité urinaire inférieure à 1.020. Généralement la majorité des calculs de struvite disparaissent radiographiquement en 6 à 8 semaines². Les cas présentant des struvites faciles à dissoudre médicalement sont donc de bons candidats à la lithotripsie malgré la difficulté de la fragmentation.

B. Calculs de phosphate de calcium et d'urate

Chez les chevaux, les calculs de phosphate de calcium sont très durs à fragmenter²⁹. Les calculs d'urate sont très difficiles à fragmenter chez les hommes⁴¹. Malheureusement aucun de nos patients n'a présenté des calculs d'urates ou de phosphate de calcium.

VI. Evacuation des fragments : étape limitante de la lithotripsie

A. Efficacité de l'évacuation selon le sexe du patient

Dans notre étude plus de 60% de nos patients avaient des fragments 6 mois après la procédure (table 2, p54). En effet l'évacuation des fragments était difficile surtout chez les mâles. Plus de 80% des mâles avaient des fragments dans la vessie pendant 6 mois. Une femelle sur deux avait des fragments immédiatement après la lithotripsie. L'urètre large et court des femelles facilite l'évacuation des fragments. Le diamètre de l'urètre des mâles est plus petit que chez les femelles d'un poids équivalent et l'os pénien restreint l'expansion de la lumière urétrale, c'est pourquoi des fragments plus gros peuvent être évacués chez les femelles comparativement aux mâles de même poids.

B. Rôle de la position du patient

L'évacuation des fragments semble facilitée par plusieurs facteurs dont la position de l'individu lors de la miction. La position des femelles lors de la miction étant pratiquement verticale, ces dernières profitent davantage de la gravité pour évacuer les fragments que les mâles. L'urohydropulsion peut être pratiquée sur le patient sous

anesthésie tenu en position verticale pour améliorer l'évacuation des fragments par gravité²⁶.

C. Influence de la localisation des fragments

Dans notre étude les patients traités par lithotripsie dans l'urètre n'avaient plus de fragments suite à la procédure. L'évacuation des fragments dans l'urètre était plus facile que dans la vessie. En effet les fragments dans l'urètre ont été facilement évacués par une irrigation sous pression grâce à une pression rectale sur l'urètre prostatique. Une pince « basket » a également permis de retirer des fragments sur 12 patients. Chez 4 chiens présentés pour une obstruction urétrale par un agrégat de calculs impossibles à repousser dans la vessie, la lithotripsie a permis de lever l'obstruction et d'éviter une urétrostomie. Il a été rapporté que certains fragments peuvent être retenus dans des caillots le jour de la procédure. C'est pourquoi il pourrait être intéressant de refaire une urohydropulsion le lendemain de la procédure pour éliminer ces fragments devenus plus mobiles après dissolution du caillot³⁰.

D. Rôle de l'analgésie

La potentialisation de l'analgésie pourrait améliorer potentiellement l'évacuation des fragments chez les chiens. Dans notre étude une anesthésie générale a permis de réaliser la lithotripsie. Nous avons dû approfondir les patients dans certains cas pour diminuer la résistance de l'urètre à l'évacuation des fragments. Une anesthésie épidurale pourrait être utilisée pour améliorer la relaxation de l'urètre. Un cathéter épidural pourrait également

être mis en place le jour de la procédure et utilisé le lendemain pour répéter une analgésie épidurale et ainsi permettre de refaire une urohydropulsion sans anesthésie générale.

E. Intérêt des diurétiques

Une autre façon d'améliorer l'évacuation des fragments pourrait consister à utiliser des diurétiques. Le furosémide^v a été donné à 2 patients à 1mg/kg par voie intraveineuse deux fois par jour. Cependant nous ne pouvons pas déterminer l'effet bénéfique des diurétiques compte tenu du faible nombre de cas traités.

F. Dissolution des fragments de calculs de struvite.

Une femelle avait un calcul de 25 mm de diamètre, elle a subi une cystotomie car il était impossible d'évacuer les nombreux fragments. Nous aurions pu attendre les résultats de l'analyse des calculs et les dissoudre médicalement s'il s'agissait de struvite. Deux chiens ont présentés une croissance des fragments restants pendant le suivi, les propriétaires ont préféré les envoyer en chirurgie pour des raisons budgétaires. Il aurait été possible de refaire une lithotripsie et une urohydropulsion pour retirer ces fragments.

VII. Absence de complications suite à la procédure

A. Effet de l'EHL sur le bas appareil urinaire

L'inspection macroscopique de l'appareil urinaire après la lithotripsie a révélé dans la plupart des cas, plusieurs érosions et des pétéchies sur la muqueuse vésicale. Malgré plusieurs passages de l'endoscope la muqueuse urétrale était minimalement

endommagée. Cependant les lésions macroscopiques ne corrèlent pas forcément avec les lésions microscopiques et il serait intéressant de pratiquer des examens histopathologiques de l'urètre et de la vessie après la procédure²⁷.

B. Signes cliniques suite à la lithotripsie

Cinquante pourcent des patients présentaient des signes cliniques stables ou améliorés après la procédure. 23% n'avaient plus de signes cliniques. Cette faible incidence de signes cliniques pourrait être expliquée par le caractère peu invasif de la procédure et/ou l'utilisation d'anti-inflammatoires suite à la lithotripsie pendant 5 jours. La sévérité des lésions est proportionnelle au niveau de puissance et de fréquence utilisée⁴¹. Nous avons utilisé uniquement des combinaisons de faible puissance et fréquence et avons maintenu une distance sécuritaire d'au moins 1mm entre la sonde et la muqueuse pour éviter d'endommager le tractus urinaire.

Une détérioration des signes cliniques a été observée dans 23% des patients immédiatement après la procédure. Il n'était pas possible de déterminer si les signes cliniques observés après la procédure étaient reliés à la procédure ou à l'urohydropulsion. En effet l'hématurie a été rapportée suite à l'urohydropulsion¹⁰. La strangurie était le signe clinique le plus souvent apparu chez les patients suite à la lithotripsie. Il n'y avait pas de relation statistiquement significative ($p= 0,99$) entre la prévalence des signes cliniques et le site de fragmentation (vessie ou urètre). La procédure est donc sécuritaire quelque soit le site de fragmentation. Vingt trois pourcent des patients n'avaient pas de signes cliniques immédiatement après la lithotripsie et ce pourcentage a augmenté jusqu'à 80% 6 jours après la lithotripsie. Durant 6 mois plus de 80% n'avaient plus de

signes cliniques. La lithotripsie et à la présence de fragments ont donc peu de conséquences cliniques. Cependant les signes cliniques étant évalués par les propriétaires ont pu être sous estimés.

C. Absence d'infection urinaire suite à la lithotripsie

Du cephalexin a été prescrit pour 5 jours après la lithotripsie et aucun des patients n'a eu d'infection urinaire durant l'étude. L'antibioprophylaxie de 5 jours parait donc suffisante.

VIII. Taux de récurrence des calculs suite à la lithotripsie

A. Récurrences fréquentes suite à la lithotripsie

Le taux de récurrence des calculs parmi les chiens qui ont terminé l'étude était de 28% (5/18) en 6 mois (tableau 2, p54). Ce taux de récurrence se situe dans la limite supérieure des taux de récurrence suite rapportés suite à une cystotomie. En effet le taux de récurrence des calculs rapporté dans différentes études varie entre 12 à 53% selon le type de calcul^{8,15}. Dans une étude prospective sur 438 chiens avec des calculs vésicaux retirés par cystotomie, approximativement les 2/3 des chiens ont montré une récurrence, et la plupart sont apparues dans l'année suivant le premier épisode de calculs¹⁵.

B. Hypothèses pour expliquer la fréquence des récurrences

Le taux de récurrence plus élevé suite à la lithotripsie pourrait être expliqué par le fait que nos patients étaient prédisposés aux récurrences. En effet, d'une part 21% d'entre eux avaient été présentés suite à des récurrences de calculs retirés auparavant par cystotomie.

D'autre part 79% des patients avaient des calculs d'oxalate de calcium qui sont rapportés présenter des récurrences plus souvent que les autres types de calculs¹⁰. En effet malgré les méthodes de prévention actuelles, les calculs d'oxalate présentent des récurrences dans 50 à 60% des cas en 3 ans¹⁵. Le taux de récurrence des calculs d'oxalate de calcium dans notre étude était de 36% (5/14). Ce qui est supérieur à celui rapporté après la cystotomie égale à 9%¹⁰.

Ce taux de récurrence élevé suite à la lithotripsie est en accord avec les résultats chez l'homme. Le taux de récurrence est plus élevé chez les hommes traités avec la lithotripsie que suite à une cystotomie⁴⁸.

Dans notre étude les récurrences n'ont concerné que les Schnauzers. Ceci est en accord avec les études antérieures qui rapportent que cette race de chien présente plus souvent des récurrences que les autres races⁸.

IX. Augmentation de taille des fragments, « récidives »

Les fragments restants ont augmenté de taille dans (12/18) 60% des cas en 6 mois (tableau2, p54). Ceci pourrait être expliqué par le fait que les fragments restant peuvent servir de noyau pour la formation de futur calcul. La majorité des récidives sont apparues rapidement, 1 mois après la lithotripsie probablement parce que la croissance des calculs est plus rapide lorsqu'il y a déjà un noyau⁴⁸.

Les récidives étaient plus fréquentes chez les mâles (9) que chez les femelles (3) probablement parce que l'évacuation spontanée des fragments est rare chez les mâles (tableau2, p54).

Tous les chiens qui ont présenté des récurrences ou des récurrences étaient nourris avec un mélange de diète humide et sèche et avaient une densité urinaire supérieure à 1.020, un seul recevait du citrate de potassium. Le taux élevé de récurrences et de récurrences pourrait être relié à une consommation d'eau insuffisante et une gestion partielle de la diète par le propriétaire.

X. Limites de l'étude

Bien que prospective cette étude comporte des limites. Il y a peu de patients ce qui rend la puissance statistique faible. Il n'y avait pas de groupe contrôle pour comparer le taux de récurrence après cystotomie et suite à une lithotripsie. Il aurait été intéressant de suivre les cas pendant 2 ans plutôt que 6 mois. Les signes cliniques ont été suivis par les propriétaires, par conséquent ils ont pu être sous-estimés.

Conclusions

Malgré ces limitations, cette étude a montré que la lithotripsie est une bonne alternative à la chirurgie pour traiter les calculs vésicaux et urétraux chez le chien. La lithotripsie a été remarquablement bien tolérée. Une femelle avec des calculs vésicaux et un mâle avec des calculs urétraux seraient des excellents candidats pour être traités par la lithotripsie.

Cette étude a offert des perspectives pour de futures études. Une étude prospective, contrôlée et randomisée pourrait être envisagée pour comparer le taux de récurrence suite à la cystotomie et la lithotripsie. Une étude des lésions histopathologiques suite à la lithotripsie à court, moyen et long terme, serait également intéressante pour évaluer les niveaux de puissance et fréquence maximaux utilisables chez les chiens afin d'améliorer l'efficacité de la fragmentation sans provoquer de conséquences cliniques.

Enfin, l'association de la lithotripsie et de la laparoscopie pour traiter les calculs rénaux et urétéraux pourrait élargir les indications de cette technique.

Bibliographie

1. Adams LG, Senior DF. Electrohydraulic and extracorporeal shock-wave lithotripsy. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1999; 29(1): 293-303).
2. Adams LG, Syme HM. Canine lower urinary tract diseases. In : Ettinger SJ, Feldman EC, 6th Ed Textbook of veterinary Internal medicine, Philadelphia, PA: WB Saunders; 2005:1850-1874.
3. Ayra N, Nelles AE, Haber Gb et al. Electrohydraulic lithotripsy in 11 patients, a safe and effective therapy for difficult bile duct stones. *Am J Gastroenterol* 2004; 99: 2330-2334.
4. Bartges JW et al: Recurrent sterile struvite urocystolithiasis in three related cocker spaniels. *J Am Anim Hosp Assoc* 28:459-469, 1992.
5. Bhatta KM, Rosen DI, Flotte TJ, Dretler SP and Nishioka NS. Effects of shielded or unshielded laser and electrohydraulic lithotripsy on rabbit bladder. *J Urol* 1990; 143:857.
6. Block G, Adams LG, Widmer WR, Lingeman JE. Use of extracorporeal shock wave lithotripsy for treatment of nephrolithiasis in five dogs. *J Am Vet Med Assoc* 1996; 208 (4): 531-536.
7. Brown NO, et al : Canine urolithiasis : Retrospective analysis of 438 cases. *J Am Vet Med Assoc* 170:414, 1977
8. Brown NO, Parks JL, Greene RW. Recurrence of Canine Urolithiasis. *J Am Vet Med Assoc* 1977; 170(4): 419-422.

9. Chew DJ et al: Utility of cystoscopy in lower urinary tract disease: 10 years experience. Proceedings 21st Annual ACVIM Forum, 2003, pp 585-587.
10. Clark WT. The distribution of canine urinary calculi and their recurrence following treatment. *J Small Anim Pract* 1974; 15:437-444.
11. Davidson EB, Ritchey JW, Higbee RD et al. Laser lithotripsy for treatment of canine uroliths. *Vet surg* 2004; 33: 56-6.
12. Denstedt JD, Clayman RV. Electrohydraulic lithotripsy of renal and ureteral calculi. *J Urol* 1990; 143(1): 13-7.
13. DiBartola S, Bateman S. Introduction to Fluid Therapy. In DiBartola S, 3rd Ed Fluid, Electrolyte, and Acid-base disorders in Small Animal Practice, Philadelphia, PA: WB Saunders; 2006:325-344.
14. Eustace RA, Hunt JM. Electrohydraulic lithotripsy for the treatment of cystic calculus in two geldings. *Eq vet J* 1988, 20(3); 221-223.
15. Finco DR, Rosin E, Johnson KH. Canine Urolithiasis: A Review of 133 clinical and 23 Necropsy Cases. *J Am Vet Med Assoc* 1970; 157:437-444.
16. Fossum TW, Surgery of the Bladder and Urethra. In : Fossum TW, 3rd Ed, Small Animal Surgery, Philadelphia, PA, Mosby; 2002:663-701
17. Hess B et al: Inhibition of calcium oxalate crystal aggregation by urine proteins. *Am J Physiol* 257:F99-F106, 1989.
18. Huang S, Patel H, Bellman GC. Cost effectiveness of electrohydraulic lithotripsy vs Candela pulsed-dye laser in management of the distal ureteral stone. *J Endourol* 1998; 12(3): 237-40.

19. Klausner JS et al: Canine primary hyperparathyroidism and its association with urolithiasis. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 16:227-239, 1986.
20. Kruger JM et al: Canine calcium phosphate uroliths. Etiopathogenesis, diagnosis, and management. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 29:141-159, 1999.
21. Ling GV et al: Urolithiasis in dogs. I. Mineral prevalence and interrelations of mineral composition, age, and sex. *Am J Vet Res* 59:624-629, 1998.
22. Lulich JP et al: Epidemiology of canine calcium oxalate uroliths. Identifying risk factors. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 29:113-122, 1999
23. Lulich JP et al: Evaluation of urine and serum metabolites in miniature schnauzers with calcium oxalate urolithiasis. *Am J Vet Res* 52:1583-1590, 1991.
24. Lulich JP, et al: Incomplete removal of canine and feline urocystoliths by cystotomy. *J Vet Int Med* 7:124,1993
25. Lulich JP et al: Postsurgical recurrence of calcium oxalate uroliths in dogs. *J Vet Intern Med* 6:119A, 1992.
26. Lulich JP, Osborne CA. Beyond the Stone Age: Minimally Invasive Techniques. *Proceedings ACVIM* 2007.
27. Lulich JP, Osborne CA, Carlson M et al. Nonsurgical removal of urocystoliths in dogs and cats by voiding urohydropulsion. *J Am Vet Med Assoc* 1993;660:663.
28. Lulich JP, Osborne CA, Sanderson SL, and al. Voiding Urohydropulsion Lessons From 5 Years of Experience. *Clin North Am Small Anim Pract* 1999; 29(1):283-291.
29. MacHarg MA, Foerner JJ, Phillips TN et al. Electrohydraulic lithotripsy for treatment of a cystic calculus in a mare. *Vet surg* 1985; 14(4): 325-327.

30. McCarthy TC. Cystoscopy. In: McCarthy TC, 1st Ed Veterinary Endoscopy for the Small Animal Practitioner, St-Louis, MI: Elsevier Saunders 2005;49-135.
31. Menon M, Resnick MI: Urinary lithiasis: etiology, diagnosis, and medical management. In Retik AB, Vaughan ED Jr, Wein AJ (eds): Campbell's Urology. Philadelphia, WB Saunders Co, 2002, pp 3229-3305.
32. Nelson RW, Couto CG, Canine Urolithiasis. In : Nelson RW, Couto CG, 3rd Ed, Small Animal Internal Medicine, Philadelphia, PA, Mosby; 2003: 631-641
33. Osborne CA et al: Analysis of 77,000 canine uroliths. Perspectives from the Minnesota Urolith Center. Vet Clin North Am Small Anim Pract 29:17-38, 1999.
34. Osborne CA et al: Canine and Feline Urolithiasis : Relationship of etiopathogenesis to treatment and prevention. In : Osborne CA et al, Editors: Canine and Feline Nephrology and Urology, Philadelphia, 1995, Williams &Wilkins, 798
35. Osborne CA et al: Medical dissolution and prevention of canine struvite urolithiasis. Twenty years of experience. Vet Clin North Am Small Anim Pract 29:73-111, 1999.
36. Park RD, Wrigley RH. Urinary Bladder. In: Thrall, 5th Ed, Textbook of Veterinary Diagnostic radiology, Philadelphia, PA: WB Saunders, 2007:708-724
37. Piergiovanni M, Desgrandchamps F, Cochand-Priollet B et al. Ureteral and Bladder lesions after ballistic, ultrasonic, electrohydraulic, or laser lithotripsy. J Endourol 1994; 8 (4): 293-299.
38. Raney AM. Electrohydraulic lithotripsy: experimental study and case reports with the stone disintegrator. J Urol 1975; 113: 345-347.
39. See AC, Ng FC, Ch'ng HC. Electrohydraulic lithotripsy: an effective and economical modality of endoscopic ureteric lithotripsy. Aust N Z J Surg 1998; 67(8): 551-3.

40. Senior DF. Electrohydraulic shock-wave lithotripsy in experimental canine struvite bladder stone disease. *Vet surg* 1984; 13: 143-148.
41. Short KL, Amin M, Harty JI et al. Comparison of recurrence rates of calculi of the bladder in patients with indwelling catheters following vesicolithotomy, litholapaxy and electrohydraulic lithotripsy. *Surg Gynecol Obstet.* 1984;159(3):247-8.
42. Stone EA, Barsanti JA : *Urologic Surgery of the Dog and Cat.* Lea & Febiger, Philadelphia, 1992.
43. Vorreuther R, Corleis R, Klotz T et al. Investigative urology: Impact of shock wave pattern and cavitation bubble size on tissue damage during ureteroscopic electrohydraulic lithotripsy. *J Urol* 1995; 153(3): 849-853.
44. Vorreuther R, Engelking R, Adjustable electrohydraulic lithotripsy for minimally invasive ureteroscopic stone treatment. *J Urol* 1995; 31(2): 76-80.
45. Waldron DR, Urinary Bladder. In : Slatter D, 3rd Ed *Textbook of Small Animal Surgery*, Philadelphia, PA: WB Saunders; 2003:1629-1637.
46. Weichselbaum RC et al: Urocystolith detection: comparison of survey, contrast radiographic and ultrasonographic techniques in an in vitro bladder phantom. *Vet Rad Ultrasound* 40:386-400, 1999.
47. Wu TT, Hsu TH, Chen MT, Chang LS. Morphological change in the urothelium after electrohydraulic versus pulsed dye laser lithotripsy. *J Urol* 1994, 74: 685-689.
48. Wu TT, Hsu TH, Chen MT et al. Efficacy of in vitro stone fragmentation by extracorporeal, electrohydraulic, and pulsed-dye laser lithotripsy. *J Endourol* 1993; 7(5):391-3.

49. Yip YL, Tin H, Electrohydraulic lithotripsy of bladder stones. A Hong Kong experience. Br J Urol 1988; 62(2): 148-9.
50. Zhaowu Z, Xiwen W, Fenling Z. Experience with electrohydraulic shockwave lithotripsy in the treatment of vesical calculi. Br J Urol 1988; 61(6): 498-9.

Curriculum vitae

Formation/Diplômes

Obtention de l'examen de qualification (qualifying exam) pour l'ACVIM	Juin 2006
Résidence (DES) en Médecine Interne des petits animaux supervisée par Dre Dunn, DACVIM, Faculté de Médecine Vétérinaire, Saint-Hyacinthe, Université de Montréal	Janvier 2005-Janvier 2008 <i>(en cours)</i>
Maîtrise en Science Clinique (MSc): Projet de recherche "Utilisation de la lithotripsie chez les chiens présentant des calculs vésicaux et urétraux"	Janvier 2005-Janvier 2008 <i>(en cours)</i>
Internat de perfectionnement en Sciences appliquées vétérinaires des petits animaux (IPSAV), Faculté de Médecine Vétérinaire, Saint-Hyacinthe, Université de Montréal	Juin 2002-Juin 2003
Thèse de Doctorat vétérinaire: "Etude clinique: les kystes arachnoïdiens chez les chiens" supervisée par Dr Moissonnier	Mai 2002
Études fondamentales vétérinaires à l'ENVA	Septembre 1996-Juillet 2001

Emplois Vétérinaires

Clinicienne en Pratique générale, Hôpital vétérinaire de Saint-Hyacinthe, département des petits animaux, Faculté de Médecine vétérinaire de l'Université de Montréal	Juin 2003-Juin 2004
Gardes de nuit et de week end, Clinique vétérinaire des Dr Berigaud, Laroye et Seroka, Vincennes (94)	Septembre 2000-Avril 2001
Gardes de nuit et de week end, Clinique vétérinaire des Dr Goebel et Leclère, Villeneuve St-George (94)	Septembre 2000-Avril 2001

Stages Vétérinaires

Stage de Médecine Interne et Cardiologie, Université de Guelph (OVC), Ontario (CA)	Aout 2007
Stage de Neurologie supervisé par Dr Cauzinille , Clinique vétérinaire Frégis , Arcueil (94)	Décembre 2006 et Juillet 2007
Stage de Neurologie supervisé par Dr Parent , Université de Guelph, Ontario, Canada	Février 2003
Stage de perfectionnement, Hôpital vétérinaire de Saint-Hyacinthe, département des petits animaux, Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université de Montréal	Avril 2001-Avril 2002

Emplois connexes

Monitrice d'équitation , Centre équestre du Croc Marin, Montigny sur Loins (77)	1994-1999
Professeur de mathématique et de biologie (cours particulier), niveau seconde, première, terminale , Centre Math assistance (Paris VI)	1997-1999

Publications

A. DEFARGES, M. DUNN: A case of bronchopneumonia with foreign body in lung lobe. **Small animal surgery**, T. Fossum, version électronique

A. DEFARGES, M. DUNN: Use of Electrohydraulic Shock-wave lithotripsy for the Fragmentation of Bladder Calculi: A Pilot Study in Dogs. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Volume 20, Issue 3 (May-June 2006) pp. 697-709

A. DEFARGES, M. TAILLEFER, M. DUNN : Les entéropathies avec perte de protéines chez les petits animaux. **Médecin Vétérinaire du Québec** 2005; 35(2), 75-78

M. PERREAULT, A. DEFARGES, M. LECUYER. L'utilisation de la glargine pour le traitement du diabète chez le chat. **Médecin Vétérinaire du Québec**, soumis

M. DESMARCHELIERS, A. DEFARGES, M. LECUYER, S. LAIR: Successful Treatment by balloon catheter dilatation of an Esophageal Stricture in a Cougar. **Journal of Zoo and wildlife Medicine**, soumis

Présentations/Conférences

Séminaire d'internat, « L'utilisation de la kétamine en neuroanesthésiologie », supervisé par Dr Yves Rondenay ; Mars 2003

Présentation orale de cet abstract au **Congrès de l'ACVIM 2006**, Louisville, Kentucky ; Juin 2006

Cours de préparation à l'examen de fin d'étude vétérinaire (NAVLE): Endocrinologie et Maladies infectieuses chez les petits animaux, Septembre 2006, Novembre 2007

Conférence sur les calculs urinaires, Colloque d'urologie dans le cadre de l'AMVQ, Septembre 2007 (Hôtel Plaza, Québec)

Présentation orale (1^{er} Prix de présentation orale) des résultats du projet de recherche « Fragmentation des calculs urinaires par lithotripsie électrohydraulique, **Journée de la recherche de l'Université de Montréal**, Novembre 2007

Bourses obtenues

Bourse de 10 000 dollars US de la part de l'organisme FaVer

Bourse de 2000 dollars canadiens octroyée par le **Fonds du centenaire** de la Faculté de Médecine vétérinaire, Université de Montréal, 2006

Bourse « Excellence DES-Maitrise » de 2000 dollars canadiens octroyée par l'Université de Montréal, Mai 2007

Premier Prix de présentation orale (1000 dollars canadiens), Journée de la Recherche de l'Université de Montréal, Novembre 2007

Langues lues et parlées : Français et Anglais