

2011

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**EVALUACION MEDICA DE LAS LESIONES RENALES
POST- APLICACION DE ONDAS DE CHOQUE EN
PERROS SANOS UTILIZANDO EL GENERADOR
MEXILIT I : ESTUDIO PRELIMINAR.**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

PRESENTA :

JORGE ALBERTO LOPEZ MACHUCA

**DIRECTORES, M.V.Z. LUIS JORGE ALANIS CALDERON.
DR. FERNANDO E. PRIETO CALDERON.
M. EN C. ACHIM M. LOSKE M.**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

MEXICO, D.F. 1994.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A TERE

A MIS PADRES:

ALICIA Y ALBERTO

A MIS HERMANOS:

ANGELICA, MARISELA, ALFONSO, ARMANDO Y HECTOR

A MIS SUEGROS:

MARIA TERESA Y MARCO ANTONIO.

Quiero agradecer:

Al M. en C. Achim Loske.

Al Dr. Fernando E. Prieto.

Y al M.V.Z. Jorge Alanís

Por su amistad y por la oportunidad de colaborar con esta tesis en el laboratorio de ondas de choque débiles del IFUNAM, por su paciencia y apoyo. Así como a todos mis compañeros, familiares y amigos quienes de alguna manera han contribuido a mi formación profesional.

Dr. Francisco Larrondo

Sra. Ita Osorno

MVZ José Elias Vázquez

Sra. Luz María Cuellar

MVZ Genaro Jardón

Sra. Luz Nardi

MVZ Gustavo A. García Sánchez

Sra. Rosa María Bravo

MVZ Marco Antonio Heredia

Sra. Carmen Hinojosa

Sr. Miguel Mendez y Fam.

Lic. Ma. de la Luz Fragoso

Dr. René Rosiles

Dra. Rosa María García

También en forma muy especial a la familia Loske por su amistad, a Cecilia Aguilar y a la Ing. Dora Gálvez por su apoyo en la elaboración de este texto, al Laboratorio de patología de la FMVZ, en particular al MVZ Rafael Colin F. por su ayuda en los reportes de histopatología, así como al Lab. de hematología y al hospital de pequeñas especies de esta facultad. Al MVZ Armando Arzate por su entusiasmo al colaborar en estudios de investigación como éste. De la misma manera al Sr. Alfredo Sánchez por su profesional colaboración en las fotografías de esta tesis. Al QFB Alejandro C. por los resultados de los análisis de los cálculos renales. No podría faltar agradecer a la familia Rodríguez de J.R. Impresores, por su apoyo en la impresión de esta tesis.

A los animales; ya que de no ser por su ayuda y comprensión este mundo no avanzaría ni sería el mismo.

I N D I C E

página:

INTRODUCCION. _____ 1

CAPITULO I:

ANATOMIA Y FISIOLOGIA RENAL EN PERROS Y GATOS. _____ 7

CAPITULO II:

PRUEBAS DE FUNCION RENAL.

II.1.- Biometría hemática. _____ 14

II.2.- Química sanguínea. _____ 16

II.3.- Examen general de orina. _____ 16

II.4.- Examen de sedimento. _____ 18

II.5.- Urocultivo. _____ 20

II.6.- Rayos X. _____ 20

II.7.- Citoscopía y laparoscopia. _____ 21

II.8.- Ultrasonido. _____ 21

II.9.- Laparatomía exploratoria. _____ 21

CAPITULO III:

CAUSAS MAS COMUNES DE LITIASIS EN PEQUEÑAS ESPECIES.

	página:
III.1.- Nutricionales. _____	23
III.2.- Metabólicas. _____	23
III.3.- Predisposición por raza. _____	24
III.4.- Patológicas. _____	25
III.5.- Congénitas. _____	25

CAPITULO IV:

TIPOS DE CALCULOS EN PEQUEÑAS ESPECIES. _____	26
---	----

CAPITULO V:

TRATAMIENTO DE LA LITIASIS RENAL. _____	28
---	----

CAPITULO VI:

MATERIAL Y METODOS.

VI.1.- Mediciones de atenuación. _____	35
VI.2.- Seguridad eléctrica del MEXILIT I. _____	37
VI.3.- Primer experimento in vivo con un perro. _____	39
VI.4.- Aplicación de ondas de choque a perros in vivo. _____	41
VI.5.- Primer caso de urolitiasis vesical tratado con litotripsia _____	42

CAPITULO VII:

página:

RESULTADOS. _____ 46

CAPITULO VIII:

CONCLUSIONES. _____ 89

BIBLIOGRAFIA. _____ 94

INTRODUCCION

La principal motivación que ha llevado a la realización de esta tesis fué una de las tantas alternativas que la ciencia ha desarrollado para el tratamiento de enfermedades que afectan al hombre y a los animales. Tal es el caso de la litiasis corporal, cuyo tratamiento se ha revolucionado con la litotripsia extracorporal por ondas de choque ¹ ésto es, desintegración de cálculos renales y/o biliares sin cirugía.

El objetivo de este trabajo es evaluar los efectos y riesgos que puedan causar al organismo, especialmente al riñón, las ondas producidas por un generador de ondas de choque débiles denominado MEXILIT I construido en el IFUNAM (Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México).^{2,3}

Desde que Henry y Morris realizaron con éxito la primer nefrolitotomía en 1880, las únicas opciones ante un cálculo no expulsable han sido la cirugía abierta y la endoscopia⁴. En la última década se ha producido un cambio radical en la forma de tratar la litiasis renal y uretral. La nefrolitotomía percutánea, la ureteroscopia y la litotripsia por ondas de choque han superado en muchos casos la necesidad de las intervenciones quirúrgicas y no cabe duda que la litotripsia extracorporal por ondas de choques es la menos traumática, relativamente fácil y breve en su aplicación.⁵

La aplicación de las ondas de choque para la desintegración de cálculos sin cirugía fué concebida primeramente por E. Häusler de la Universidad de Saarbücken, Alemania, aproximadamente en 1970, al estar experimentando con gotas de agua aceleradas a grandes velocidades, provocando con éstas ondas de choque al hacerlas incidir sobre un blanco.⁶ Un urólogo de esta misma institución (Ziegler) realizó experimentos in vitro, que fueron publicados en 1971. A estos trabajos le siguieron muchos más, que tratan la desintegración de cálculos renales sin cirugía.⁷ Después de diez años se desarrolló el primer litotriptor de descargas eléctricas en agua (litotriptor electrohidráulico), que se instaló en la clínica urológica de la "Ludwing-Maximilians Universität" en Munich, Alemania.^{8,9} En 1979 Ch. Chaussy y colaboradores, después de realizar pruebas in vitro referentes a daños químicos y biológicos, decidieron efectuar experimentos en vivo con perros expuestos a las ondas de choque de un litotriptor experimental de la compañía Dornier System GmbH, que fué el primero en su tipo. En estos experimentos el principal problema fué situar los riñones de los perros adecuadamente para que las ondas de choque cumplieran su objetivo de pulverizar los cálculos renales de humanos implantados previamente. El procedimiento consistía en ligar el uréter, dilatando con ello la pelvis renal y el cáliz, para que posteriormente fueran implantados los cálculos renales humanos. Una vez implantados los cálculos esperaban 8 días antes de que los perros fueran expuestos a las ondas de choque.

En estos experimentos los animales se situaban en la posición adecuada usando rayos X.¹⁰ Una vez concluidas estas pruebas se dió con éxito el primer tratamiento clínico de litotripsia extracorporal con ondas de choque en humanos y para mayo de 1982 ya se habían realizado 200 tratamientos con el litotriptor HM 1 ("Human Model 1) de la compañía Dornier.¹¹ Otros países como Estados Unidos, Suiza, Israel, Francia, Italia y China¹ también han construido sus equipos, aplicando con gran éxito las ondas de choque para la desintegración de cálculos.

El hecho de que existan estos aparatos comerciales y que se trabaje con ellos no implica que se ha concluido la investigación con respecto a las ondas de choque aplicadas a la medicina. Hasta la fecha no existe un patrón ideal a seguir para la aplicación de las ondas de choque, ya que se tiene relativamente poca información sobre los efectos a largo y a corto plazo, así como sobre los mecanismos de ruptura de los cálculos. Este fué uno de los motivos por los que en 1987 se creó el Laboratorio de Choques Débiles del IFUNAM. Tomando en cuenta que los aparatos clínicos que existen son de costos muy elevados y que se encuentran fuera del alcance de muchos hospitales, se diseñó un litotriptor experimental (MEXILIT I)^{2,3} muy versátil, con el que es posible generar ondas de choque con un espectro de energía muy amplio. El uso que se le puede dar a este aparato es múltiple y el costo de operación es muy bajo comparado con los litotriptores existentes en el mercado.

Hasta la fecha se han realizado una gran cantidad de

experimentos, gran parte de ellos relacionados con la evaluación del funcionamiento del litotriptor construido en este instituto. A largo plazo la finalidad es crear un prototipo clínico hecho en el país, para que esta técnica esté al alcance de personas y hospitales con escasos recursos económicos, así como encontrar nuevas aplicaciones de las ondas de choque a la medicina y mejorar la tecnología existente. Como se explicará más adelante el MEXILIT I es un litotriptor electrohidráulico, esto es, genera las ondas de choque por medio de una descarga eléctrica de alto voltaje (decenas de miles de voltios) en agua. Para concentrar las ondas en una región determinada se usa un reflector metálico con forma de semielipsoide de revolución. Con el MEXILIT I los objetos o animales que se desean exponer a estas ondas deben estar parcialmente sumergidos en agua, para obtener un acoplamiento acústico adecuado. Debido a ello el aparato consiste en una gran tina, dentro de la cual se generan las ondas de choque. En la parte superior se montó una grúa móvil con tres grados de libertad, la cual sirve para colocar en el sitio adecuado los modelos o animales que se someten a las ondas de choque. Debajo de la tina se encuentran los componentes eléctricos y electrónicos necesarios para generar las descargas eléctricas.

Para esta tesis se realizaron experimentos tales como determinar la seguridad que existe para un ser vivo, en este caso roedores, desde el punto de vista eléctrico al encontrarse dentro de la tina y medición de atenuación de la presión con modelos de riñones y

modelos de partes de tejidos de perros obtenidos todos ellos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM (FMVZ). Por otra parte se realizaron experimentos con cálculos implantados a modelos de perros. El objetivo principal de este trabajo es demostrar que las ondas de choque que genera el MEXILIT I no afectan significativamente al organismo desde el punto de vista médico. Para ello se utilizaron 8 perros, todos ellos criollos de aproximadamente 1 año de edad en promedio y de talla mediana, a los cuales se les aplicaron en uno de los riñones ondas de choque y energía diferente. Posteriormente se les practicó nefrectomía del riñón expuesto a las ondas de choque en el Hospital para Pequeñas Especies de la FMVZ de la UNAM. Los riñones obtenidos se enviaron al Laboratorio de Patología de esta misma facultad, para realizar el análisis histopatológico. Además se tomaron pruebas de sangre y de orina antes del experimento, después, a las 24 horas y a los 7 días del tratamiento con las ondas de choque, para ver alteraciones en vías renales principalmente. Se diseñó una camilla especial para colocar a los perros en la tina del MEXILIT I. Una vez colocados en la posición adecuada se identificaba el riñón a tratar y se calculaba la distancia del reflector al riñón, procurando hacer coincidir la región de máxima presión con el riñón expuesto. Los resultados obtenidos son de gran importancia para hacer pequeños cambios y mejoras al diseño del MEXILIT I. Además, son el punto de partida para futuros protocolos de investigación con animales y para la búsqueda de nuevas aplicaciones de las ondas de choque a la medicina.

Finalmente se presentó la oportunidad de llevar a cabo un tratamiento de litotripsia con una perra criolla con litiasis en la vejiga, aunque esto no estaba previsto en el protocolo se realizó con éxito este tratamiento. Después de dos sesiones con el MEXILIT I el animal quedó libre de cálculos o fragmentos sin cirugía y sin complicación alguna. Hasta donde se tiene noticia este fué el primer tratamiento de litotripsia extracorporal para desintegrar un cálculo (de perro) en la vejiga de un perro.

CAPITULO I

ANATOMIA Y FISIOLOGIA RENAL EN PERROS Y GATOS

Es importante conocer perfectamente los órganos que componen el tracto urinario, debido a que las alteraciones se dan a diferentes niveles. Ejemplo específico es la presencia de urolitos en distintas partes de los componentes del sistema urinario. Además el conocer la posición de los órganos es indispensable para una buena revisión clínica.

El sistema urinario se conforma de un par de riñones, dos ureteres que son dos tubos fibromusculares que conducen la orina a la vejiga, la cual es el almacén de la misma, excretando periódicamente esta por vía uretral al exterior. Los riñones se encuentran en la cavidad abdominal a ambos lados de la columna vertebral, tienen forma de frijol o alubia y están ubicados en el espacio retroperitoneal en la región anterior superior del abdomen.

En el perro el riñón izquierdo es palpable, ya que es más posterior que el derecho y se encuentra a nivel de la 13-a costilla y la 2-a vertebra lumbar. La porción craneal está relacionada muy estrechamente con el bazo, la parte medial se encuentra muy cerca de la aorta posterior.

El riñón derecho es más craneal, dificultandose la palpación, el lobulo caudal hepático se relaciona muy estrechamente con el borde

anterior y la vena cava posterior se sitúa sobre el borde medial. La parte ventral tiene contacto con la porción derecha del páncreas, el duodeno y el ciego.

En el caso del perro el peso de los riñones varía entre 50 y 60 grs ¹². En el gato ambos riñones son fácilmente palpables ya que no son tan fijos como en el perro, debido a que sus ligamentos son muy laxos, por lo que es de gran importancia diferenciarlos de otros órganos adyacentes como pueden ser el útero grávido, cuerpos extraños intra-abdominales o bien intraintestinales.

El riñón se compone de una zona medular y una cortical (ver figura 1).

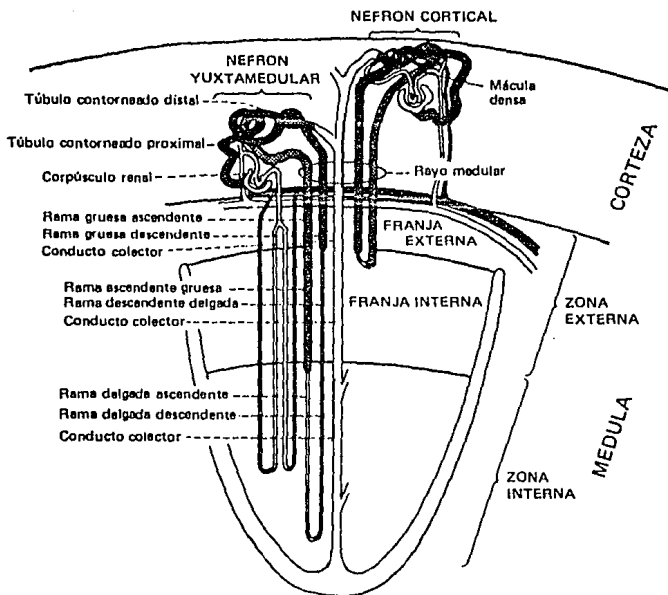


Figura 1: Zona medular y cortical con sus respectivos nefrones

En la parte medial se forma una hendidura llamada hilio renal en la que se insertan ramas de la vena, arteria, nervios y linfáticos renales, así como una parte dilatada del ureter llamada pelvis renal.

En el humano esta pelvis a su vez se ramifica en cálices mayores que son 3 ó 4 y cálices menores de 7 a 14.¹³ En el perro es parecido.

La zona medular está compuesta por un número variable de estructuras cónicas, estriadas llamadas pirámides medulares, que se ubican con sus bases adyacentes a la zona externa de la corteza y sus extremos forman el seno renal.

El vértice de cada pirámide medular esta envuelto por un cáliz menor en forma de embudo. La orina producida por el riñón sale a nivel del vértice de la pirámide y es conducida por el cáliz menor hacia el resto del sistema colector extra renal. La irrigación está dada por la aorta posterior y da origen a las arterias renales. El flujo venoso se da por venas subcapsulares que llegan a la vena renal que desemboca en la vena cava posterior.

La función del tracto urinario es de gran importancia, ya que los riñones se encargan de purificar los líquidos corporales y de cumplir con funciones metabólicas, secretando renina que es un factor eritropoyetico, excretando y reabsorbiendo selectivamente líquidos y electrolitos, que sirven para mantener el balance ácido básico. Gracias a todo este filtrado de líquidos corporales se forma la orina y con ello se mantiene una adecuada homeostasis.

La unidad anatomofisiológica del riñón es la nefrona o túbulo

urinífero. Hay dos tipos: el nefrón yuxtamedular y el cortical. El tamaño de los riñones está relacionado proporcionalmente, en diversas especies, por el número de nefronas que los conforman, tal es el caso del humano que posee un millón de nefronas,¹⁴ el perro tiene 400,000 nefronas y el gato 200,000 nefronas aproximadamente.¹⁵ Esta unidad anatomofisiológica (nefrona) se compone de una gran porción enroscada denominada nefrón y del sistema de conductos colectores intrarrenales. Cada uno de estos segmentos tiene un origen embriológico diferente. El nefrón deriva del blastema metanefrogénico (tejido de la porción caudal de la cresta urogenital).

Por otro lado, los conductos colectores derivan del brote uretral (una evaginación del conducto mesonéfrico). Al tener este doble origen, en la unión de estas dos regiones se observa una transición gradual en la arquitectura y función, de ahí que el término nefrón haya sido usado como sinónimo de túbulo urinífero por algunos investigadores, sin embargo el término nefrón no incluye a los conductos colectores intrarrenales. El nefrón se compone de regiones variadas que se caracterizan por tener células de forma complicada con numerosas prolongaciones laterales interdigitadas. El extremo ciego del nefrón está indentado por una red de capilares y células de sostén que forman un cuerpo filtrante denominado corpúsculo renal.

El nefrón está formado además por: un cuello, un túbulo contorneado proximal, una rama delgada, una porción recta del

túbulo distal, una región de la mácula densa del túbulo distal y un túbulo contorneado distal.

Los nefrones ocupan una porción característica dentro del riñón, con el corpúsculo renal y el túbulo contorneado proximal situado dentro de la corteza. La porción recta del túbulo proximal, la rama delgada y la porción recta del túbulo contorneado distal forman el asa de Henle, que entra en la pirámide medular, forma una horquilla en el interior de la médula y vuelve a la corteza por el mismo rayo medular. Al volver a la corteza, la porción recta de cada túbulo distal pasa al lado de su corpúsculo renal de origen, formando la mácula densa del túbulo distal, continuando después como el segmento contorneado distal. Aunque todos los nefrones poseen estas porciones, se han descrito dos tipos distintos, que presumiblemente constituyen los extremos de un rango continuo.

Los nefrones corticales se caracterizan porque su corpúsculo renal se localiza en la región periférica de la corteza y poseen una asa de Henle corta que a veces puede carecer de una rama delgada. Los nefrones yuxtamedulares poseen un corpúsculo renal más grande, localizado en la corteza adyacente a la médula, un túbulo contorneado de mayor longitud, y una asa de Henle larga con una rama delgada bastante prolongada.

CAPITULO II

PRUEBAS DE FUNCION RENAL

Las enfermedades que involucran la función renal se clasifican en prerrenales, intrarenales y posrenales. El origen de las infecciones puede ser ascendente o descendente pero normalmente es ascendente. Esto quiere decir que generalmente las infecciones van de la uretra a la vejiga y luego a los riñones. El curso puede ser crónico o agudo.

Para poder llevar a cabo una valoración adecuada de la función renal se debe tener una buena historia clínica del paciente, realizar un buen examen físico clínico y apoyarse en pruebas complementarias de laboratorio. Debido a que en el tracto urinario se realizan muchas y variadas funciones, que generalmente podemos clasificar en humorales, excretoras y metabólicas, es necesario contar con análisis clínicos que nos indiquen alteraciones de la función renal.

Dichas pruebas pueden ser las siguientes:

II.1 BIOMETRIA HEMATICA

Esta es una prueba de rutina en la que se hace un conteo de las células sanguíneas, indicando si el origen de la o las enfermedades es de tipo infeccioso o no infeccioso. En caso de ser infeccioso, puede ser bacteriano, viral o de ambos, como en las litiasis. También pueden ser no infecciosas, al igual que las neoplasias y traumatismos.

La interpretación de la biometría proporciona datos para llegar a diagnósticos más precisos.

VALORES NORMALES DE LA BIOMETRIA HEMATICA

	PERRO	GATO
LEUCOCITOS mm ³	6000 - 17000	5500 - 19500
NEUTROFILOS mm ³	3000 - 11500	2500 - 12500
BANDAS mm ³	0 - 300	0 - 300
METAMIELOCITOS mm ³	RAROS	RAROS
LINFOCITOS mm ³	1000 - 4800	1500 - 7000
MONOCITOS mm ³	150 - 350	100 - 850
EOSINOFILOS mm ³	100 - 1250	100 - 1500
BASOFILOS mm ³	RAROS	RAROS
HEMATOCRITO %	37.0 - 55.0	24.0 - 45.0
HEMOGLOBINA g/dl	12.0 - 18.0	8.0 - 15.0
GRx10 ⁶ mm ³	5.5 - 8.5	5.0 - 10.0
RETICULOCITOS	0 - 1.5	0 - 10.0
VCMFL	60 - 77.0	39 - 55
CMHC %	32.0 - 36.0	30 - 36
P.P.g/dl	6.0 - 7.5	6 - 8
FIBRINOGENO G/dl	150 - 300	100 - 400
PLAQUETAS x 10 ³ ul	200 - 900	300 - 700

(DATOS TOMADOS DEL LABORATORIO DE HEMATOLOGIA DE LA FMVZ).

II.2 QUIMICA SANGUINEA

El objetivo de estas pruebas es evaluar la función renal desde un punto de vista anatómico funcional. Las pruebas que normalmente se solicitan son: CREATININA, UREA y LDH.

VALORES NORMALES

	SANGRE
UREA -----	20 - 43 ml/dl
CREATININA -----	0.5 - 1.5 mg/dl
DESHIDROGENASA LACTICA (LDH) -----	30 - 150 UI.

II.3 EXAMEN GENERAL DE ORINA

Esta prueba es de gran importancia debido a que proporciona información de datos sobre alteraciones que se dan a diferentes niveles del aparato urinario. Las alteraciones que se detecten pueden dar datos del estado general del paciente.

VALORES NORMALES

EXAMEN FISICO

COLOR -----	Amarillo a ámbar claro
ASPECTO -----	Translúcido
DENSIDAD -----	Perro 1.015 - 1.045
	Gato 1.020 - 1.040

EXAMEN QUIMICO

pH -----	Perro y gato 6 - 7
Glucosa -----	Negativo
Acetona -----	Negativo
Proteinas -----	Negativo
Urobilinógeno ---	Negativo
Bilirrubina -----	Negativo
Hemoglobina ----	Negativo

II.4 EXAMEN DEL SEDIMENTO

ERITROCITOS -- 0 - 8 /campo de alta resolución, (toma directa)
 0 - 5 /campo de alta resolución, (cateterización)
 0 - 3 /campo de alta resolución, (cistocentesis)

PIOCITOS ----- No deben existir.

CILINDROS ----- 0 - 2 cilindros hialinos / campo de baja resolución
 0 - 1 cilindro granuloso / campo de baja resolución

BACTERIAS ----- No deben existir; pero al tomar las muestras
 se contaminan

CRISTALES ----- Encontrados en orina:

ACIDA	ALCALINA
Acido úrico	Estruvita
Urato de amonio	Fosfato amorfo
Urato amorfo	Fosfato de calcio
Cistina	Carbonato de calcio
Oxalato de calcio	
Hipurato	

CELULAS -----

CELULAS EPITELIALES TRANSICIONALES

La elevación de estas células se debe a:

- Infección urinaria
- Secreción de orina por cateterización
- Urolitiasis
- Neoplasias
- Irritación por fármacos (ciclofosfamida)

LEUCOCITOS

- de 0 - 8 / campo de alta resolución, si es por evacuación
- de 0 - 5 / campo de alta resolución, si es por cateterización
- de 0 - 3 / campo de alta resolución, si es por cistocentesis

CELULAS EPITELIALES RENALES

- Implican un origen real del epitelio, nefritis y/o nefrosis

CELULAS EPITELIALES ESCAMOSAS

- Normalmente no tiene importancia para el diagnóstico
- En la orina obtenida por evacuación o por cateter se ven cantidades mínimas de células epiteliales
- El estro aumenta el número de estas células

II.5 UROCULTIVO

Las bacterias son el factor principal en las afecciones renales, por lo que es de gran importancia realizar cultivos de sedimento urinario y pruebas de sensibilidad antibiótica, para tener más éxito en el tratamiento.^{17,18,19,22}

II.6 RAYOS X

Este medio de diagnóstico es de gran utilidad. La radiología nos revela alteraciones como cálculos, neoplasias, traumatismos y lesiones a todos los niveles del tracto urinario.

Existen diferentes estudios especializados que nos pueden revelar alteraciones a diferentes niveles del aparato urinario, como pueden ser: cistografía, uretrocistografía, pielografía y neumocistografía. Para estos estudios se utilizan diferentes medios de contraste.^{17,19,20,21,22}

II.7 CISTOSCOPIA Y LAPAROSCOPIA

En perros se utiliza la técnica endoscópica que sirve para evaluar el tracto urinario in situ, utilizando cateters del número 19FR ó 16FR para uretra y 4FR para los ureteres. En la práctica se llevan a cabo revisiones minuciosas de la parte baja del tracto urinario así como de obstrucciones por cálculos y tumores. También es posible realizar biopsias.^{20,21,22}

II.8 ULTRASONIDO

La práctica del ultrasonido se ha visto incrementada en los últimos años en el área veterinaria debido a que los órganos pueden evaluarse a cualquier nivel. En el caso del tracto urinario los riñones, tumores, cálculos o cualquier alteración, se diagnostica a tiempo y con precisión. Una de las ventajas del ultrasonido es que no emite radiación.^{17,20}

II.9 LAPARATOMIA EXPLORATORIA

Es una técnica quirúrgica que se utiliza como medio de diagnóstico, básica o complementaria, que facilita la toma de muestras como biopsias o citologías de tejidos u órganos específicos.^{17,20}

CAPITULO III

CAUSAS MAS COMUNES DE LITIASIS EN PEQUEÑAS ESPECIES

Las alteraciones del tracto urinario más comunes en pequeñas especies se pueden clasificar en anormalidades congénitas o adquiridas, infecciosas y no infecciosas. En las enfermedades causadas por bacterias se cree que la uretra contiene a éstas en la parte distal y conforme ascienden, las colonias de bacterias van disminuyendo hasta llegar a la vejiga donde la orina es libre de agentes bacterianos o sea que es estéril. Es muy importante recordar que cuando hay disminución en la producción de orina hay predisposición para tener infecciones en el tracto urinario, sobre todo cistitis. De ahí que esto origine una nefritis y posteriormente presente alteraciones sistémicas, siendo el caso de una azotemia. Una de las principales alteraciones del tracto urinario es la litiasis renal. La formación de cálculos renales tiene diferentes orígenes, con mayor frecuencia se presenta en la pelvis renal, uréteres, vejiga, urtera y próstata. Los cálculos renales se forman por diferentes causas: nutricionales, metabólicas, congénitas, patológicas y por predisposición de raza.

III.1 NUTRICIONALES

Todos aquellos animales que son alimentados con dietas elevadas en proteína, fosfatos, magnesia, con poca ingestión de sodio y además restringidos de agua, son candidatos a padecer cálculos. Estos factores favorecen una orina saturada, la cual predispone a que los cristales no se disuelvan y las partículas aumenten de tamaño, es decir, comienza la formación de uno o varios cálculos.

III.2 METABOLICAS

Hiperparatiroidismo.- Esta alteración provoca que haya un aumento del ión calcio en la sangre (hipercalcemia) que en consecuencia provoca una hipercalciuria. Con esto hay una saturación en la reabsorción tubular renal del calcio. La hipercalciuria también se debe a una acidosis tubular renal y a un exceso en vitamina D en la dieta.²³ Estas alteraciones provocan litiasis renal.

Hiperúricosuria.- El exceso metabólico de purina y pirimidina dá como resultado esta alteración, la cual provoca nefrolitiasis por metabolitos de urato.

III.3 PREDISPOSICION POR RAZA

Todas las razas de perros predisponen a litiasis renal pero existen algunas que son específicas a padecer ciertos tipos de cálculos como se aprecia en la siguiente tabla.²⁴

	ESTRUVITA	OXALATO	URATO	CISTINA
TODAS LAS RAZAS	70-80 %	3-15 %	3-15 %	1-15 %
RAZAS PEQUENAS	25 %	10 %	5 %	60 %
DALMATAS	25 %	0 %	75 %	0 %

En los dálmatas se predispone a cálculos de urato, debido a que la actividad de la uricasa hepática está reducida y esta enzima es la encargada de convertir a la urea metabólica en alantoína. Es por ésto que los dálmatas secretan metabolitos de ácidos nucleicos como uratos que son poco solubles.

III.4 PATOLOGICAS

En primer lugar se encuentran las infecciones del tracto urinario principalmente ocasionadas por bacterias productoras de ureasa, especialmente las del género proteus, estafilococo y klebsiella. La hidrólisis de la urea produce amoniaco, el cual aumenta el pH. El magnesio, amonio y fosfato urinarios se precipitan en forma de fosfato de amonio y magnesio (estruvita). Estos factores producen una supersaturación y así la formación de cálculos de estruvita. Otra de las causas es el tejido necrosado ocasionado por alguna infección o coágulos de sangre en vías urinarias que también sirven de medio para la formación del nido o núcleo del futuro cálculo.

III.5 CONGENITAS

Algunas anomalías congénitas predisponen a la formación de cálculos en animales, tal es el caso de la presencia de puentes portosistémicos, los cuales dan origen a cálculos de urato.²⁵ Por otro lado la displasia e hipoplasia renal, riñones poliquísticos, las anomalías del uraco como son quiste uracal, divertículo vesicouracal, uraco persistente y de la misma forma que las hipospadias y epispidias provocan cálculos renales.²⁶

En humanos se dan alteraciones como riñón esponjoso, en herradura y obstrucción local del sistema caliceal que provocan litiasis.²⁷

CAPITULO IV

TIPOS DE CALCULOS EN PEQUEÑAS ESPECIES

Los cálculos en perros y gatos tienen diferentes formas, tamaños y coloraciones, de acuerdo a su composición química (ver figura 2). Debido a esto se aplican nombres específicos. Tal es el caso de los cálculos de sílice que tienen forma de matatena. La enfermedad recibe el nombre de litiasis coraliforme. Estos urolitos son radiodensos y están compuestos por sílice amorfo. En la urolitiasis ocasionada por oxalato de calcio son duros, radiodensos y el color va de blanco a crema. Tienen apariencia rugosa, los componentes químicos son de dos tipos: los de oxalato de calcio monohidratado (Whewelita) con fórmula $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ y los de oxalato de calcio dehidratado, (Wedelita) $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Este tipo de cálculos es poco común en gatos. Los cálculos de cistina se deben a un trastorno metabólico que afecta al túbulo proximal que al transportar a los aminoácidos, cistina, lisina, arginina y ornitina provocan cistinuria y a su vez cálculos de cistina en cualquier lugar del tracto urinario. Se dice que esta enfermedad tiene un patrón hereditario y que es muy común en la raza dachshund.²⁸

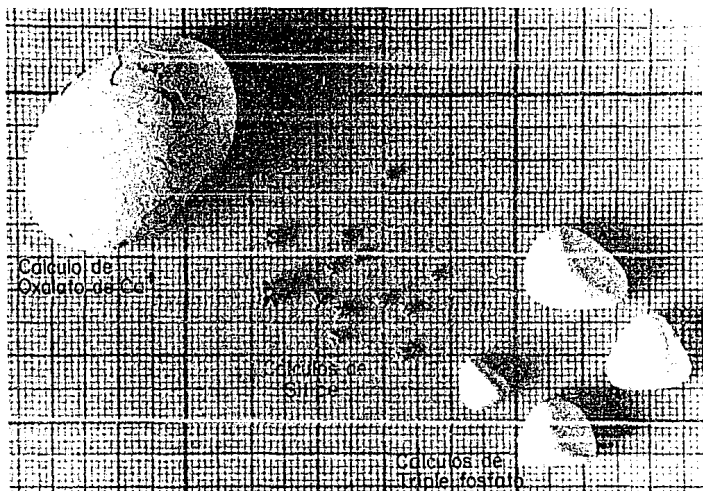


Figura 2: Diferentes tipos de cálculos de perro.

CAPITULO V

TRATAMIENTO DE LA LITIASIS RENAL

El diagnóstico de la litiasis renal se debe apoyar en un buen examen físico-clínico del paciente, además de contar con pruebas complementarias de laboratorio, así como hacer estudios de ultrasonido y de radiología. Una vez que se tiene la localización anatómica, el tamaño y la composición química del cálculo o de los cálculos, se procede a escoger la técnica que esté al alcance del médico y la que más beneficios le traigan al paciente.

Las técnicas se clasifican en invasivas y no invasivas. Entre las invasivas tenemos la nefrotomía, la cistotomía y la uretrotomía. Todas estas son técnicas quirúrgicas. Se cuenta además con técnicas como la urohidropropulsión.²⁹ Esta técnica se utiliza para remover cálculos en la uretra, sobre todo aquellos que están retenidos a nivel del hueso peniano. Este método es de gran ayuda, ya que él o los cálculos se retornan a la vejiga para así proceder a su retiro de acuerdo a la técnica escogida. Es probable que en algunos casos los cálculos sean expulsados al exterior. Otras alternativas de tratamiento para la litiasis son las de tipo químico. Estas técnicas son no invasivas.

Se utilizan compuestos que alteran el pH de los cálculos, promoviendo su desintegración. Esto depende también de un estudio previo de la composición del compuesto químico del cálculo. En la actualidad se expenden dietas que favorecen la desintegración de los cálculos en vías urinarias.³⁰ La cistoscopia es otra opción para tratar la litiasis en vías urinarias. Para esto se utilizan dilatadores de uretra, que hacen llegar a la vejiga un cistoscopio en forma de canasta con la cual se atrapa y extrae el cálculo. Esta técnica sólo es posible en las hembras (ver figura 3).

FOTO DE CATETER DE CANASTA

Figura 3: Extractor de cálculos

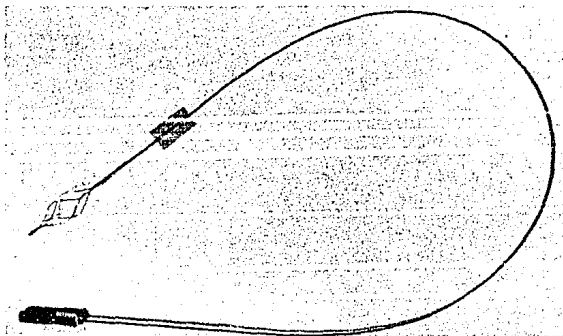


Figura 3 extractor de cálculos

Una técnica que se utiliza desde 1980 con mucho éxito en humanos es la litotripsia extracorporal por ondas de choque. Este método es no invasivo y en principio es aplicable a pequeñas especies.³¹ El tratamiento quirúrgico de la urolitiasis era la primera elección de tratamiento para muchos médicos veterinarios. Aquí se mencionan varias alternativas para el control y el tratamiento definitivo en pacientes litiásicos. Hasta hace algunos años se contaba con métodos de tratamiento muy limitados. La litotripsia extracorporal por ondas de choque en pequeñas especies podría evolucionar la medicina veterinaria, ya que la técnica es no invasiva y el paciente se reestablece en corto tiempo. Lamentablemente los costos tan elevados de los equipos fabricados para este tipo de tratamientos (denominados litotriptores) han impedido la práctica veterinaria de la litotripsia extracorporal en México. Una de las finalidades de esta tesis es demostrar que es posible realizar tratamientos de litotripsia extracorporal en pequeñas especies con un equipo de diseño nacional y costo relativamente bajo (MEXILIT I).^{2,3}

CAPITULO VI

MATERIAL Y METODOS

El generador de ondas de choque MEXILIT I ^{2,3}(ver figura 4) fué construido en el IFUNAM con el propósito de tener al alcance de físicos, médicos y técnicos un aparato que no esté restringido a una aplicación específica. Dicho equipo es de gran utilidad, ya que en el estudio de la generación de las ondas de choque débiles y sus efectos sobre un ser vivo aún hay muchas incógnitas.

Este generador es de tipo electrohidráulico, lo que significa que la onda de choque se produce por una descarga eléctrica de alto voltaje en agua. Consta de una tina de fibra de vidrio, dentro de la cual se encuentra un reflector de acero inoxidable con forma de semielipsoide de revolución (ver figura 5), situado en el fondo de la tina. Dentro de él se tiene una bujía con dos electrodos de una aleación de tungsteno con torio (ver figura 6). La separación entre los electrodos se puede variar, pero generalmente se calibran aproximadamente a un milímetro. Esta zona de separación entre los electrodos se ubica en uno de los focos geométricos del reflector, que se designará como F1 (ver figura 5).

En la parte inferior del MEXILIT I se encuentra el sistema eléctrico, aislado por un blindaje metálico (caja de Faraday). Este circuito de almacenamiento y descarga de energía eléctrica consta de dos fuentes de alto voltaje, un oscilador eléctrico, un disparador electrostático y una serie de capacitores que se cargan a un voltaje previamente fijado. Al descargarse la energía de los condensadores a través de los electrodos sumergidos en agua dentro de la tina se produce una descarga eléctrica. Esta descarga eléctrica (decenas de miles de voltios) forma una burbuja de plasma que se expande súbitamente, produciendo una onda de choque que se propaga por el agua y se refleja en el reflector. La energía se concentra en una región de máxima presión en las cercanías del segundo foco geométrico (F2), siendo éste el sitio donde debe colocarse el objeto a tratar. En la parte superior de la tina se encuentra una grúa móvil de precisión con tres grados de libertad, que puede sostener una probeta, un transductor o bien una camilla, ya sea, para experimentos in vitro o in vivo. Para los experimentos in vitro se utilizan pinzas para sujetar viales o bolsas de polietileno con órganos, cultivos de células o modelos de cálculos para ser expuestos a las ondas de choque. Para experimentos in vivo se adapta una camilla con diseño anatómico para colocar perros de talla chica (hasta de 15 kg de peso), logrando además que las ondas de choque sólo lleguen a los órganos a tratar (riñón o

vejiga). Para lograr un buen acoplamiento de las ondas de choque el paciente debe estar parcialmente sumergido en agua. Se utiliza agua, ya que sus propiedades acústicas son similares a las del cuerpo (humano). Además de esto, en agua es posible generar ondas de choque de presión elevada con una energía relativamente baja. El MEXILIT I cuenta con un sistema que permite aplicar las ondas de choque de una en una o bien automáticamente con una frecuencia preestablecida. Además de esto posee un sistema de seguridad que al activarlo aterriza los condensadores, impidiendo que el personal sufra una descarga eléctrica al introducir las manos al agua, cambiar los reflectores y electrodos o realizar alguna reparación o modificación.

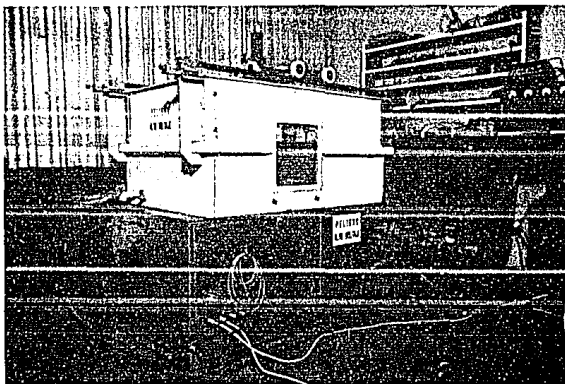


Figura 4 MEXILIT I

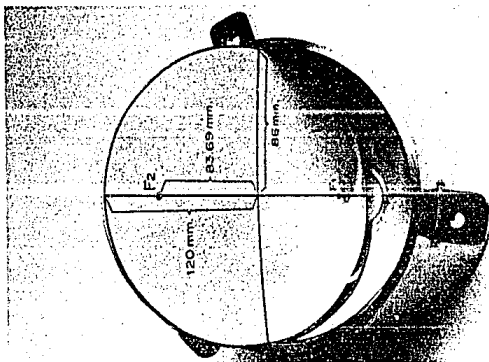


Figura 5 reflector

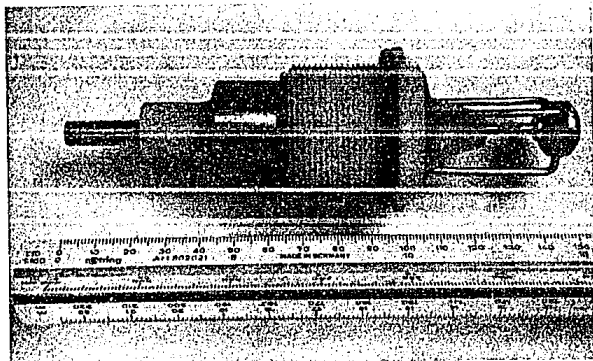


Figura 6 bujía usada en el reflector

VI.1 MEDICIONES DE ATENUACION

Una vez concluidos algunos experimentos in vitro como por ejemplo, la desintegración de modelos de cálculos renales (con propiedades mecánicas parecidas a las de los cálculos humanos) y de cálculos renales de humanos implantados en riñones de perro se procedió a medir la atenuación que sufren las ondas de choque al pasar por diferentes capas de tejidos corporales hasta llegar al riñón.³² Para ésto se utilizaron órganos y tejidos de un perro que se obtuvo de la clase de necropsias de la FMVZ.³³

Primero se colocó un transductor de presión marca Kistler modelo 603B1 en F2 y se midió la presión de la onda en agua para varias descargas, usando un amplificador de carga Kistler modelo 5004 y un osciloscopio Tektronix 2430A. En seguida se montó una capa de piel entre el reflector y el transductor, por lo que las ondas provenientes del reflector tenían que atravesar la piel antes de ser registradas. Posteriormente se interpuso además una capa de músculo de tres centímetros entre el reflector y el transductor. Al finalizar se colocó un riñón sobre el músculo y la piel, simulando una situación anatómica real. El transductor se situó en la pelvis renal, para registrar la presión que recibiría un cálculo en esta zona. En éste experimento también se utilizaron modelos de cálculos

renales in situ (ver figuras 7 y 8). Estos modelos se fabricaron en el Laboratorio Choques Débiles del IFUNAM y poseen propiedades mecánicas similares a los de los cálculos renales.

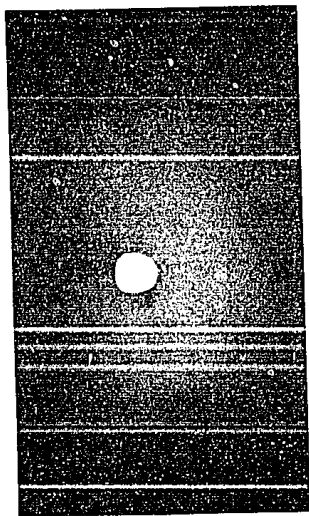


Figura 7 Cálculo artificial implantado en riñón de perro

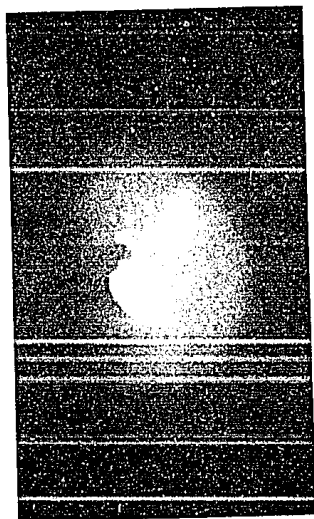


Figura 8 Cálculo artificial destruido con ondas de choque

VI.2 SEGURIDAD ELECTRICA DEL MEXILIT I

Para evaluar la seguridad eléctrica del MEXILIT I, se realizaron un par de experimentos utilizando dos ratas blancas de laboratorio vivas que fueron expuestas a varias configuraciones eléctricas, simulando situaciones potencialmente peligrosas.³⁴ Los roedores (machos) pesaron, 440 y 470 gramos respectivamente. En el primer experimento se colocó una rata en posición decúbito dorsal, parcialmente sumergida en agua, con la cabeza de fuera a una distancia de 8 cm del borde del reflector. El roedor se colocó a un lado del reflector para evitar lesiones ocasionadas por las ondas de choque, ya que la finalidad sólo era comprobar la seguridad eléctrica de un ser vivo dentro del MEXILI I. En este simulacro se colocaron cables en los miembros anteriores, posteriores y en la cola del animal, a partes potencialmente peligrosas del litotriptor, como lo son: el reflector, los electrodos y las partes metálicas de la camilla o alguna pieza eléctricamente aterrizada. En cada configuración se dieron de cinco a diez descargas de 15 kV (15,000 voltios), usando condensadores con capacitancia total de 100 nF (100×10^{-9} Farad). En el segundo caso la rata se colocó en la misma posición, sin embargo el riesgo fue mayor, ya que se aumentó el número de descargas a 50 y el voltaje a 25 kV. Un animal se tranquilizó, con 0.4 ml de hidrocloreuro de xilacina y se

anestesió con 0.7 ml de clorhidrato de ketamina, el otro con 0.5 ml de hidrocioruro de xilacina como preanestésico y como anestésico se utilizó halotano inhalado. El agua de la tina se mantuvo durante todo el experimento a 29 °C. Con estos experimentos se analizó cualquier tipo de riesgo eléctrico, tanto para el paciente como el personal que opera el generador de ondas de choque MEXILIT I.

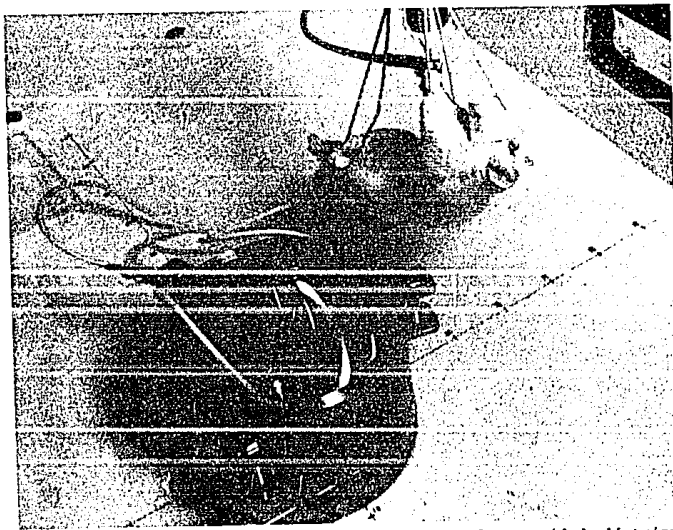


Figura 9 Roedor dentro del MEXILIT I para evaluar la seguridad eléctrica

VI.3 PRIMER EXPERIMENTO IN VIVO CON UN PERRO

Para probar el equipo que conforma al MEXILIT I, previamente a la exposición de riñones de perro en vivo, se realizó un simulacro,³⁵ con una hembra criolla de 15 kg. El animal se tranquilizó con 0.4 ml de propiopromazina, se anestesió con 7 ml de pentobarbital sódico, y se colocó en la camilla del MEXILIT I en posición decúbito dorsal, parcialmente sumergido en agua. Además se colocó una sonda endotraqueal. La posición que se le dió al animal fue la sugerida para un tratamiento de litotripsia con el MEXILIT I (ver figura 10). Como sólo era un simulacro, el perro se protegió de las ondas de choque con una esponja en la parte dorsal. Se utilizaron electrodos planos, separados 0.01 pulgadas. Se usaron 50 nF de capacitancia y un voltaje de 24 kV. El agua se mantuvo a 30°C. Se dieron 1500 ondas de choque con una frecuencia de una descarga cada 3 segundos, por lo que el tiempo de operación fué de 75 minutos. En intervalos de 15 minutos se suspendían las descargas para checar el estado general del "paciente". Al concluir el experimento, el perro se trasladó al Hospital Veterinario de la FMVZ, para practicarle una ovariosterectomía, para la que estaba programado independientemente del experimento.

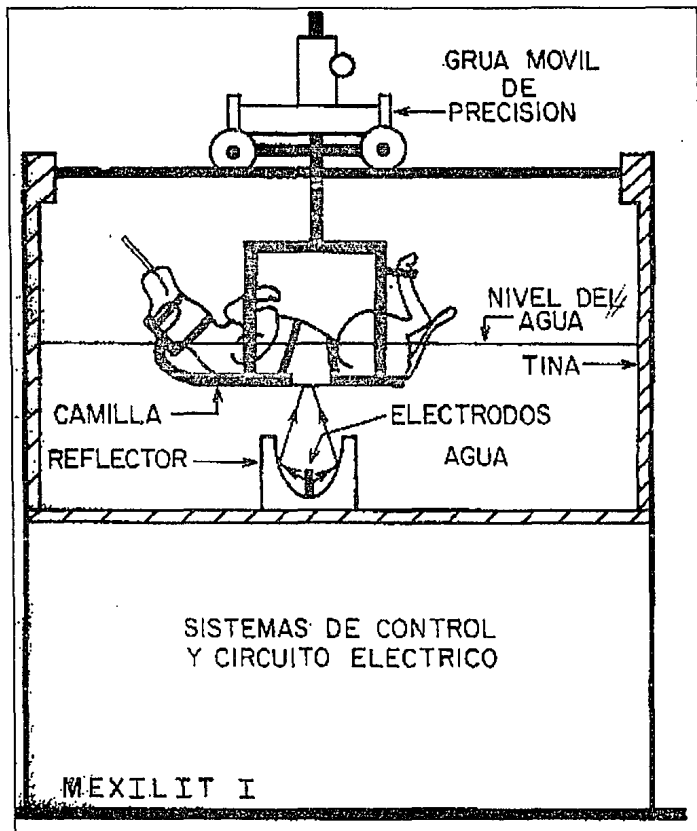


Figura 10 Posición de un perro sometido a una sesión de litotripsiya con el MEXILIT I

VI.4 APLICACION DE ONDAS DE CHOQUE A PERROS IN VIVO

Una vez concluidos los experimentos anteriores se procedió con la exposición de perros in vivo a ondas de choque.³⁶ Se trataron cinco hembras y tres machos. El procedimiento que se siguió en cada uno de los casos fué muy similar al del simulacro. El ajuste de los parámetros del litotriptor aparecen en una tabla correspondiente a cada experimento, detallando también las pruebas de laboratorio y los datos de los pacientes tratados.

Para tranquilizar a los perros se usó propiopromazina y como anestésico pentobarbital sódico. El último tratamiento fué el testigo. El agua se mantuvo a 36°C, los animales se colocaron en posición decúbite dorsal. Por la forma anatómica de la camilla los "pacientes" no se movían, pero por seguridad se les colocaron cintas en el abdomen, tórax y en cada uno de los miembros, así como en la cabeza para asegurar que a los oídos no les penetrara agua. Para tener las vías aéreas libres se inducía una sonda endotraqueal. La canalización para la anestesia se llevó a cabo en la vena cefálica, colocando un punzocat de teflón del número 18 en el que se insertó la venoclisis para transfundir solución de Hartmann (500 ml en cada caso). La zona del riñón expuesto a las ondas de choque, fué rasurada y a los perros se les inclinó ligeramente hacia el lado expuesto. En cada caso se recolectó sangre para practicar estudios de químicas sanguíneas que consistían en TGP, FAS, LDH, creatinina, urea y biometría

hemática, para la cual se utilizó sangre con EDTA. También se realizó un examen general de orina en todos los casos. Estos análisis se hacían antes del experimento, inmediatamente después del mismo, a las 24 horas y a los 7 días después del experimento. En seguida del tratamiento los animales se trasladaban al Hospital Veterinario de la FMVZ, para practicarles una nefrectomía del riñón tratado. Además, a todas las hembras se les ovariectomizó. Los riñones y la matriz extirpados se enviaron al laboratorio de patología de la FMVZ, para realizar estudios histopatológicos.

VI.5 PRIMER CASO DE UROLITIASIS VESICAL TRATADO CON LITOTRIPSIA

Teniendo resultados satisfactorios con los experimentos anteriores y la presencia de un caso real de un paciente de raza criollo, talla chica, hembra de 8 kg, que presentaba litiasis vesical, se decidió intentar la fractura del cálculo utilizando litotripsia extracorporeal.

Los estudios revelaban un cálculo de 2.1 cm de diámetro en la vejiga (ver figura 11).

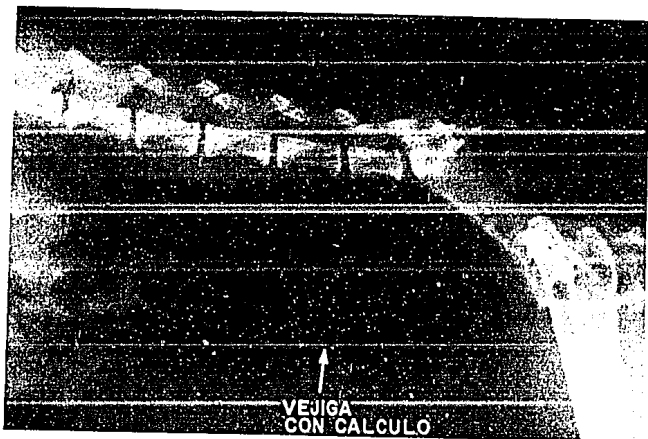


Figura 11 Radiografía de un perro hembra que presenta cálculo en vejiga

El paciente se mantuvo en ayuno 12 horas previamente a la aplicación de las ondas de choque y se rasuró en la parte abdominal. Se utilizó un catéter de teflón del número 22 y una venoclisis para administrar una solución de Hartmann (500 ml), que además serviría como vía para el anestésico. Como preanestésico se utilizó propiopromazina (0.5 ml) y 5 ml de pentobarbital sódico como anestésico. Para mantener las vías respiratorias del paciente libres se utilizó una sonda endotraqueal de latex de 8mm de diámetro.

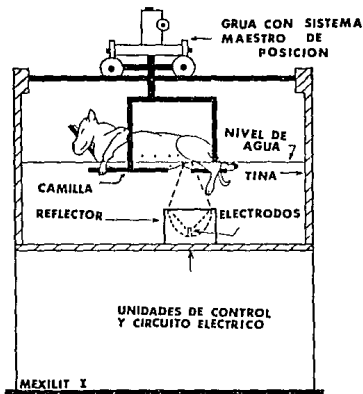


Figura 12: Posición de un perro hembra con cálculo en vejiga sometido a un tratamiento de litotripsia extracorpórea en el MEXILIT I.

Por vía uretral se colocó una sonda de polipropileno del número 5 FRENCH que sirvió para administrar solución salina a la vejiga, produciendo con ello una buena cámara de expansión para el cálculo. El animal se colocó en la camilla en posición decúbito ventral a 8 cm del borde del reflector. En la primera sesión se aplicó un voltaje de 20 kV, una capacitancia de 100 nF y un total de 2200 ondas de choque. Los electrodos se calibraron a 0.012" de separación, que a diferencia de los otros experimentos tenían forma de cono truncado.³⁷ Al terminar el tratamiento el paciente se trasladó a la FMVZ para practicarle estudios radiológicos y análisis del laboratorio

post-tratamiento de litotripsia. En base a los resultados obtenidos se tuvo que llevar a cabo un segundo tratamiento. Después de una semana se tomaron de nuevo una serie de radiografías. Con estas radiografías se corroboró que el cálculo había sido destruido en más de un 50 %, por lo que se decidió un segundo tratamiento. Los electrodos se calibraron a 0.15 pulgadas, utilizando 3500 descargas con 100 nF y 20 kV. En el estudio radiológico post-tratamiento se confirmó que el urolito había desaparecido, encontrándose sólo pequeños fragmentos radio-opacos compatibles con arenillas de lo que fué el cálculo. Se tomaron otros estudios a los siete días después del segundo tratamiento.

CAPITULO VII

RESULTADOS

En todos los experimentos que se realizaron, los pacientes se recuperaron satisfactoriamente excepto el número 7, en el que se tuvo problema con el sistema de calentamiento de agua ya que la temperatura bajó hasta 26°C. En todos los demás experimentos se procuró tener el agua arriba de 30°C. Este perro murió previamente a la intervención quirúrgica presentando hipotensión e hipotermia aguda. En los reportes de laboratorio y patología se observaron alteraciones que correspondían a daños crónicos ocasionados por leptospirosis siendo la causa de la complicación en el experimento y fatal para el perro.

A continuación se muestran, en cuadros detallados, los resultados obtenidos de los diferentes experimentos, considerando lo siguiente: los parámetros utilizados en el MEXILIT I, los datos generales de cada perro, el número de ondas aplicadas en cada caso, el riñón expuesto, los resultados de laboratorio clínico y de patología.

EXPERIMENTO 1

RIÑON IZQUIERDO EXPUESTO

Canino hembra, criollo.

Edad: 1 año aproximadamente.

Talla: — 60 cm | 45 cm.

Peso: 15 kgs.

Voltaje: 15 kilovolts.

Capacitancia: 50 nF.

Reflector: 3a.

Electrodos: planos.

Separación entre electrodos: 0.01 plg.

Conductividad del agua: 560 μ S/cm.

Agua: potable.

Nivel de agua: 27 cm.

Temperatura del agua: 31.5 °C (inicial), 30.5 °C (intermedia) y 30 °C (final).

Número de descargas: 1534.

Tiempo de exposición :76.42 minutos.

Posición de la camilla: a 7 cm del borde del reflector.

QUIMICA SANGUINEA

	ANTES	DESPUES	24 HORAS	7 DIAS	VALORES NORMALES
TGP (U.I.)	287	248	188	69	10-25
FAS (U.I.)	55	81	229	114	10-50
LDH (U.I.)	325	286	160	357	30-150
UREA (mg/dl)	43	36	36	34	20-43
CREATININA (mg/dl)	1.2	1.2	1.5	1.4	0.5-1.5

EXAMEN GENERAL DE ORINA

	ANTES	DESPUES	24 HORAS	7 DIAS
COLOR	AMARILLO	AMARILLO	AMARILLO	AMARILLO
DENSIDAD	1.051	1.049	1.048	1.050
pH	7.0	8.0	8.0	6.0
PROTEINAS mg/dl	100	100	100	90
UROBILINOGENO	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL
BILIRRUBINAS	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL
HEMOGLOBINA ERIT/UL	500	500	250	5
NITRITOS	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
CILINDROS	NO	ESCASOS CEREOS	NO	ESCASOS
CELULAS	ESCASAS TRANSICION	ESCASAS TRANSICION	ESCASAS TRANSICION	ESCASAS TRANSICION
BACTERIAS	MODERADAS	ABUNDANTES	ABUNDANTES	ESCASAS
CRISTALES	FOSFATO TRIPLE ESCASOS	FOSFATO TRIPLE	FOSFATO TRIPLE	ESCASOS CEREOS

BIOMETRIA HEMATICA

	ANTES	DESPUES	24 HORAS	7 DIAS	VALORES NORMALES
LEUCOCITOS	20.200	186600	31600	11900	6.000-17000
NEUTROFILOS SEGMENTADOS	14342	16182	27176	7973	3000-11500
LINFOCITOS	3838	930	3792	2737	1000-4800
MONOCITOS	404	744	316	714	150-350
EOSINOFILOS	1010	0	7.0	476	100-1250
PROTEINAS PLASMATICAS	7.0	6.3	44.5	7.0	6.0-7.0
HEMATOCRITO	48	49.0	14.5	49	37.0-55.0
HEMOGLOBINA	16	16.3	14.5	16.2	12.0-18.0

PATOLOGIA

Se observa hemorragia intersticial a nivel cortical y tumefacción tubular, en algunos glomérulos se observa material proteináceo en el espacio de Bowman, en cantidad escasa en pelvícula renal hay presencia de un infiltrado linfocitario focal.

En la biometría se detectó leucocitosis, antes del tratamiento y a las 24 horas, lo que indica que existía un proceso inflamatorio que con la intervención quirúrgica se reafirmó. En el reporte de los 7 días, los valores se vieron normales. Las químicas de sangre TGP, FAS, LDH, también se encontraron elevadas. En el estudio histopatológico el reporte fué de hemorragia intersticial y un infiltrado linfocitario ocasionado por la manipulación quirúrgica. El paciente se recuperó satisfactoriamente.

EXPERIMENTO 2

RIÑÓN DERECHO EXPUESTO

Canino hembra, criollo.

Edad: 1 año.

Talla: — 65 cm | 45 cm.

Peso: 16 kgs.

Voltaje: 20 kilovolts.

Capacitancia: 50 nF.

Reflector: 3a.

Electrodos: planos.

Separación entre electrodos: 0.01 plg.

Conductividad del agua: 540 μ S/cm.

Agua: potable.

Nivel del agua: 27 cm.

Temperatura del agua: 31.5 °C (inicial), 30.5 °C (intermedia), 30 °C (final).

Número de descargas: 1534.

Tiempo de exposición: 76 minutos, 46 segundos.

Posición de la camilla: a 7 cm del borde superior del reflector.

QUIMICA SANGUINEA

	ANTES	DESPUES	24 HORAS	7 DIAS	VALORES NORMALES
TGP (U.I.)	281	80	-	37	10-25
FAS (U.I.)	90	43	500	204	10-50
LDH (U.I.)	379	1.804	202	552	30-150
UREA (mg/dl)	66	53	45	62	20-43
CREATININA (mg/dl)	1.1	0.9	1.1	1.3	0.5-1.5

EXAMEN GENERAL DE ORINA

	ANTES	DESPUES	24 HORAS	7 DIAS
COLOR	AMARILLO	AMARILLO	AMARILLO OBSCURO	AMARILLO
ASPECTO	TURBIO	TURBIO	TURBIO	LIMPIDO
DENSIDAD	1.052	1.051	1.055	1.053
pH	8	7.0	7.0	7.5
PROTEINAS (mg/dl)	30	100	150	100
UROBILINOGENO	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL
BILIRRUBINA	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL
HEMOGLOBINA ERIT/UL	500	250	250	5 - 10
NITRITOS	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
CILINDROS	ABUNDANTE GRANULOS FINOS	ABUNDANTE GRANULOS FINOS	NO	NO
CELULAS	ABUNDANTE DE TRANSICION	ABUNDANTE DE TRANSI- CION	ESCASAS DE TRANSICION	ESCASAS DE TRANSI- CION
BACTERIAS	ABUNDANTE	ABUNDANTE	MODERADAS	ESCASAS
CRISTALES	ABUNDANTE FOSFATO TRIPLE	ABUNDANTE FOSFATO TRIPLE	ESCASO FOSFATO TRIPLE	ESCASO FOSFATO TRIPLE

BIOMETRIA HEMATICA

	ANTES	DESPUES	24 HORAS	7 DIAS	VALORES NORMALES
LEUCOCITOS	16133	12800	26700	21700	6.000-17000
NEUTROFILOS SEGMENTADOS	11290	6912	22161	15841	3000-11500
LINFOCITOS	3344	4224	1335	4474	1000-4800
MONOCITOS	743	512	1068	651	150-350
EOSINOFILOS	456	384	10	217	100-1250
PROTEINAS PLASMATICAS	6.6	6	5.9	6.2	6.0-7.0
HEMATOCRITO (%)	29	28	39	33	37.0-55.0
HEMOGLOBINA (%)	10.7	8.3	13	10.2	12.0-18.0

PATOLOGIA

Se observa congestión moderada multifocal y tumefacción de los túbulos contorneados así como material hialino (proteínáceo) intratubular, además degeneración hidrópica en la unión córtico-medular

La biometría hemática reportó leucocitosis a las 24 horas y a los 7 días se vió disminuida, lo cual se debió a un proceso inflamatorio, probablemente ocasionado por la intervención quirúrgica. TGP, FAS, LDH y UREA se notaron elevadas.

En el examen general de orina la densidad se vió aumentada, además se detectó cristaluria (triple fosfato) y bacterias abundantes. Después de 7 días, en estos reportes se observan daños que no son ocasionados por la litotripsia. Estos cambios pueden deberse a la cirugía. El paciente se recuperó satisfactoriamente.

EXPERIMENTO 3

RIÑON DERECHO EXPUESTO

Canino macho, criollo.

Edad: 9 meses aproximadamente.

Talla: | 45 cm — 58 cm.

Peso: 10 kgs.

Voltaje: 15 kilovolts.

Capacitancia: 50 nF.

Reflector: 3a.

Electrodos: planos.

Separación entre electrodos: 0.01 plg.

Conductividad del agua 570 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

agua: potable.

Nivel de agua: 27 cm.

Temperatura del agua: 32 °C (inicial), 31 °C, (intermedia) y 30.5 °C (final).

Número de descargas: 1534.

Tiempo de exposición: 76 minutos, 45 segundos.

Posición de la camilla: a 7 cm del borde superior del reflector.

QUIMICA SANGUINEA

	ANTES	DESPUES	24 HORAS	7 DIAS	VALORES NORMALES
TGP (U.I.)	40	28	58	34	10-25
FAS (U.I.)	162	27	229	148	10-50
LDH (U.I.)	251	286	195	650	30-150
UREA (mg/dl)	47	46	47	47	20-43
CREATININA (mg/dl)	0.3	1.3	1.6	1	0.5-1.5

EXAMEN GENERAL DE ORINA

	ANTES	DESPUES	24 HORAS	7 DIAS
COLOR	AMARILLO	AMARILLO	AMARILLO OBSCURO	AMARILLO
ASPECTO	TURBIO	LIMPIDO	TURBIO	LIMPIDO
DENSIDAD	1.058	1.056	1.052	1.025
pH	5	6.0	5.0	6
PROTEINAS (mg/dl)	30	NORMAL	30	30
UROBILINOGENO	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL
BILIRRUBINA	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL
HEMOGLOBINA ERIT/UL	NEGATIVO	250	250	+
NITRITOS	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
CILINDROS	NO	ESCASOS CEREOS	MOD. CEREOS	MOD. CEREOS
CELULAS	ESCASAS DE TRANSICION	MOD. DE TRANSI- CION	ESCASAS DE TRANSICION	ABUNDANTE DE TRANSI- CION
BACTERIAS	ESCASA FLORA	MOD. FLORA	MOD. FLORA	ABUND. FLORA
CRISTALES	NO	NO	NO	NO

BIOMETRIA HEMATICA

	ANTES	DESPUES	24 HORAS	7 DIAS	VALORES NORMALES
LEUCOCITOS	13300	6800	43600	8790	6.000-17000
NEUTROFILOS SEGMENTADOS	6384	4080	39240	5186.1	3000-11500
LINFOCITOS	5054	1700	3924	3252.3	1000-4800
MONOCITOS	931	612	436	263.7	150-350
EOSINOFILOS	931	204	0	87.9	100-1250
PROTEINAS PLASMATICAS	5.8	5-8	6.1	6.0	6.0-7.0
HEMATOCRITO (%)	32	29	28	28	37.0-55.0
HEMOGLOBINA (g)	9.5	8.5	8.1	8.2	12.0-18.0

PATOLOGIA

Congestión moderada difusa, con tumefacción y gran cantidad de material hialino inter e intratubular, además en algunos espacios glomerulares. Por otro lado, se observaron macrófagos con hemosidermia en cantidades escasas y neutrófilos.

El paciente presentó leucocitosis severa a las 24 horas después del tratamiento (43600), debido probablemente a la intervención quirúrgica, recuperándose satisfactoriamente a los 7 días post-tratamiento.

La LDH se vió incrementada a los 7 días.

En el examen general de orina no hubo cambios notorios.

En el reporte patológico se detectaron cambios sin importancia, ya que estos pueden deberse al trauma quirúrgico. El paciente se recuperó satisfactoriamente.

EXPERIMENTO 4

RIÑÓN IZQUIERDO EXPUESTO

Canino macho, criollo.

Edad: 9 meses aproximadamente.

Talla: — 55cm | 26 cm.

Peso: 6 Kgs.

Voltaje: 20 kilovolts.

Capacitancia: 50 nF.

Reflector: 3a.

Electrodos: planos.

Calibración: 0.01 plg.

Conductividad del agua: no se midió.

Agua: potable.

Nivel del agua: 27 cm.

Temperatura del agua: 36 °C (inicial), 36 °C, (intermedia) y 36.5 °C (final).

Número de descargas: 1534.

Tiempo de exposición: 76 minutos, 46 segundos.

Posición de la camilla: a 7 cm del borde superior del reflector.

QUIMICA SANGUINEA

	ANTES	DESPUES	24 HORAS	7 DIAS	VALORES NORMALES
TGP (U.I.)	13.0	88	20	18	10-25
FAS (U.I.)	47	29	-	-	10-50
LDH (U.I.)	-	-	-	-	30-150
UREA (mg/dl)	4	33	43	71	20-43
CREATININA (mg/dl)	1	1	-	1	0.5-1.5

EXAMEN GENERAL DE ORINA

	ANTES	DESPUES	24 HORAS	7 DIAS
COLOR	AMBAR	AMARILLO	AMARILLO	AMARILLO
ASPECTO	TURBIO	LIGERAMENT E TURBIO	TRANSLUCIDO	TRANSLUCIDO
DENSIDAD	1.030	1.013	1.024	1.028
pH	8	8	7.0	6.8
PROTEINAS (mg/dl)	500	TRAZAS	30	TRAZAS
UROBILINOGENO	NEGATIVO	NORMAL	NEGATIVO	NORMAL
BILIRRUBINA	NEGATIVO	NEGATIVO	+	NEGATIVO
HEMOGLOBINA ERIT/UL	250	250	NEGATIVO	NEGATIVO
NITRITOS	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
CILINDROS	NO	NO	NO	NO
CELULAS	NO	NO	NO	NO
BACTERIAS	ABUNDANTES	ABUNDANTES	ABUNDANTES (COCOS)	COCOS +
CRISTALES	ACIDO URICO + HIPURICO + FOSFATO TRIPLE DE Ca, p AMONIO (++)	ACIDO URICO + HIPURICO + FOSFATO TRIPLE DE Ca, p AMONIO (+)	FOSFATO AMORFO (+)	FOSFATO AMORFO (+)

BIOMETRIA HEMATICA

	ANTES	DESPUES	24 HORAS	7 DIAS	VALORES NORMALES
LEUCOCITOS	6050	6550	16250	34750	6.000-17000
NEUTROFILOS SEGMENTADOS	4114	3930	14462.5	26757.5	3000-11500
LINFOCITOS	968	2620	1787.5	4517.5	1000-4800
MONOCITOS	484	0	0	2432.5	150-350
EOSINOFILOS	302.5	0	0	0	100-1250
PROTEINAS PLASMATICAS	5	9	6.2	7.5	6.0-7.0
HEMATOCRITO (%)	30	38	46	46.5	37.0-55.0
HEMOGLOBINA (%)	9.8	12.4	12.4	15.2	12.0-18.0

PATOLOGIA

En la corteza se aprecia material hialino multifocal coalescente, en los túbulos y glomérulos está disminuido el espacio glomerular, hay cambios de tumefacción difusa entre, pelvis y médula se encuentran depósitos de cristales de calcio, además de cambios congestivos directos.

En el homograma se vió leucocitosis marcada el séptimo día (34759), TGP, UREA y CREATININA se reportaron elevados, además en el examen general de orina se observaron bacterias abundantes y cristales de ácido úrico. Corroborando con estos datos una infección en la vejiga. LDH y FAS, no se comprobaron por falta de reactivo.

En la histopatología se reportaron depósitos de cristales de calcio. Estos se pueden deber a la dieta. También hubo cambios congestivos; estas alteraciones se pueden deber a la cirugía. El paciente se recuperó satisfactoriamente.

EXPERIMENTO 5

RIÑÓN IZQUIERDO EXPUESTO

Canino hembra, criollo.

Edad: 1 año aproximadamente.

Talla: — 55cm | 37 cm.

Peso: 10 Kg.

Voltaje: 25 kilovolts.

Capacitancia: 50 nF.

Reflector: 3a.

Electrodos: planos.

Separación entre electrodos: A 0.01 plg.

Conductividad del agua: no se midió.

Agua: potable.

Nivel: 27.5cm.

Temperatura del agua: 35.5 °C (inicial), 35.5 °C (intermedia), 33 °C (final).

Número de descargas: 1534.

Tiempo de exposición: 76 minutos, 46 segundos.

Posición de la camilla: a 5 cm del borde superior del reflector.

QUIMICA SANGUINEA

	ANTES	DESPUES	24 HORAS	7 DIAS	VALORES NORMALES
TGP (U.I.)	27	20	25	16.5	10-25
FAS (U.I.)	114	43.7	56.6	44.5	10-50
LDH (U.I.)	66	95.7	88	116.25	30-150
UREA (mg/dl)	38	23	28	127	20-43
CREATININA (mg/dl)	.67	-	0.7	.84	0.5-1.5

EXAMEN GENERAL DE ORINA

	ANTES	DESPUES	24 HORAS	7 DIAS
COLOR	AMBAR	AMARILLO	AMARILLO	AMARILLO
ASPECTO	TURBIO	TURBIO	TRANSLUCIDO	TURBIO
DENSIDAD	1.043	1.022	1.021	1.037
pH	6	7	6	5
PROTEINAS (mg/dl)	HUELLAS	HUELLAS	30	HUELLAS
UROBILINOGENO	NEGATIVO	NORMAL	NEGATIVO	NORMAL
BILIRRUBINA	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
HEMOGLOBINA ERIT/UL	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
NITRITOS	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
CILINDROS			NEGATIVO	NEGATIVO
CELULAS	ESCAMOSAS +	ESCAMOSAS +	NEGATIVO	EPITEUMES RENALES +
BACTERIAS	NEGATIVO	NEGATIVO	++	NEGATIVO
CRISTALES	NEGATIVO	NEGATIVO	ACIDO URICO ++ URATO AMONIO	NEGATIVO

BIOMETRIA HEMATICA

	ANTES	DESPUES	24 HORAS	7 DIAS	VALORES NORMALES
LEUCOCITOS	7300	3900	12600	7700	6.000-17000
NEUTROFILOS SEGMENTADOS	5256	2340	9324	4389	3000-11500
LINFOCITOS	1095	9360	2268	2002	1000-4800
MONOCITOS	146	78	126	539	150-350
EOSINOFILOS	803	546	252	770	100-1250
PROTEINAS PLASMATICAS	8.0	6.4	6.7	7.1	6.0-7.0
HEMATOCRITO (%)	42	39	43	53	37.0-55.0
HEMOGLOBINA (%)	19.4	16.8	14.2	16.8	12.0-18.0

PATOLOGIA

La corteza presentó disminuido el espacio glomerular, cambios congestivos moderados y difusos, además la presencia de un infiltrado multifocal por células de tipo linfoide extendiéndose a la unión córtico-medular y en pélvis renal. Así también a nivel córtico-medular la presencia de material hialino proteináceo en cantidad escasa y con distribución multifocal.

No existen alteraciones significativas en el examen general de orina y tampoco en la biometría hemática. Sólo se observó en UREA un incremento el séptimo día de 127, debido a una azotemia prerrenal y a una adaptación del riñón en función. Los datos que describe la histopatología son compatibles por la manipulación durante la cirugía.

EXPERIMENTO 6

RIÑÓN DERECHO EXPUESTO

Canino macho, criollo.

Edad: 8 meses aproximadamente.

Peso: 11 kgs.

Talla: — 65 cm | 44 cm.

Voltaje: 25 kilovolts.

Capacitancia: 50 nF.

Reflector: 3a.

Electrodos: planos.

Separación entre electrodos: 0.01 plg.

Conductividad del agua: no se midió.

Agua: potable.

nivel del agua: 27 cm.

Temperatura del agua: 36 °C (inicial), 37 °C (intermedia) y 36 °C (final).

Número de descargas: 1534.

Tiempo de exposición: 76 minutos, 42 segundos.

Posición de la camilla: a 4 cm del borde superior del reflector.

QUIMICA SANGUINEA

	ANTES	DESPUES	24 HORAS	7 DIAS	VALORES NORMALES
TGP (U.I.)	7.72	44.55	16.18	122.09	10-25
FAS (U.I.)	33.19	38.21	84.97	18.97	10-50
LDH (U.I.)	91.18	91.18	91.18	170.96	30-150
UREA (mg/dl)	22	18	13	13	20-43
CREATININA (mg/dl)	.71	.59	.40	.71	0.5-1.5

EXAMEN GENERAL DE ORINA

	ANTES	DESPUES	24 HORAS	7 DIAS
COLOR	AMBAR	AMARILLO	AMARILLO	AMARILLO
ASPECTO	TRANSLUCIDO	TRANSLUCIDO	TRANSLUCIDO	TRANSLUCIDO
DENSIDAD	1.027	1.004	1.025	1.095
pH	6	6	6.5	6
PROTEINAS (mg/dl)	HUELLAS	HUELLAS	100	100
UROBILINOGENO	NORMAL	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
BILIRRUBINA	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
HEMOGLOBINA	50 ERITROCITOS POR MCL	250 ERIT. POR MCL.	120 ERIT. POR CAMPO	NEGATIVO
NITRITOS	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
CILINDROS	GRANULARES 1 POR CAMPO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
CELULAS	NEGATIVO	EPITELIA- LES 5-6 POR CA	NEGATIVO	-
BACTERIAS	NEGATIVO	NEGATIVO	++	+
CRISTALES	AMORFO ACIDO URICO ++	AMORFO ACIDO URICO ++	ACIDO URICO ++	-

BIOMETRIA HEMATICA

	ANTES	DESPUES	24 HORAS	7 DIAS	VALORES NORMALES
LEUCOCITOS	1250	1400	18200	8000	6.000-17000
NEUTROFILOS SEGMENTADOS	512.5	770	15470	3920	3000-11500
LINFOCITOS	725	602	2002	3440	1000-4800
MONOCITOS	12.5	14	728	--	150-350
EOSINOFILOS	-	0	0	160	100-1250
PROTEINAS PLASMATICAS	7.0	6.5	7.5	6.7	6.0-7.0
HEMATOCRITO (%)	35	38.5	41.0	32.5	37.0-55.0
HEMOGLOBINA (%)	11.6	12.8	13.8	10.8	12.0-18.0

PATOLOGIA

A nivel cortical se notaron cambios congestivos vasculares moderados, con presencia de un material hialino proteináceo multifocal en cantidad moderada; sin embargo, a nivel de la pelvícula renal se encontraron zonas de hemorragia discretas.

Los valores de la biometría reportan leucopenia, antes y después del tratamiento, debido al estrés quirúrgico, volviendo a la normalidad en los reportes posteriores.

El análisis general de orina no reveló datos importantes. En los análisis químicos LDH y TGP, revelaron elevación al séptimo día, ocasionado probablemente el ajuste del riñón en función. Por lo que se refiere a la histopatología, se revelaron daños que probablemente fueron ocasionados por el manejo quirúrgico. El paciente se recuperó satisfactoriamente.

EXPERIMENTO 7

RIÑON DERECHO EXPUESTO

Canino hembra, criollo.

Edad: 2 años aproximadamente.

Peso: 10 Kg.

Talla: — 63 cm | 42 cm.

Voltaje: 20 kilovolts.

Capacitancia: 100 nF.

Reflector: 3a.

Electrodos: planos.

Separación entre electrodos: 0.01 plg.

Conductividad del agua: 520 μ s/cm.

Agua: potable.

Nivel de agua: 27 cm.

Temperatura del agua: 29 °C (inicial) y 26 °C (final).

Número de descargas: 3503.

Tiempo de exposición: 2 horas con 56 minutos.

Posición de la camilla: a 4 cm del borde superior del reflector. El perro murió, antes de la cirugía por las causas mencionadas anteriormente.

QUIMICA SANGUINEA

	ANTES	DESPUES	24 HORAS	7 DIAS	VALORES NORMALES
TGP (U.I.)	38.87	38.61	-	-	10-25
FAS (U.I.)	66.82	53.62	-	-	10-50
LDH (U.I.)	417.14	125.37	-	-	30-150
UREA (mg/dl)	61	62.0	-	-	20-43
CREATININA (mg/dl)	.84	.63	-	-	0.5-1.5

EXAMEN GENERAL DE ORINA

	ANTES	DESPUES	24 HORAS	7 DIAS
COLOR	AMBAR	AMARILLO	-	-
ASPECTO	TRANSLUCIDO	TRANSLUCID O	-	-
DENSIDAD	1.032	1.019	-	-
pH	6	7	-	-
PROTEINAS (mg/dl)	HUELLAS	HUELLAS	-	-
UROBILINOGENO	NORMAL	NEGATIVO	-	-
BILIRRUBINA	NEGATIVO	NEGATIVO	-	-
HEMOGLOBINA	NEGATIVO	NEGATIVO	-	-
NITRITOS	NEGATIVO	NEGATIVO	-	-
CILINDROS	NEGATIVO	HIALINOS +++	-	-
CELULAS	NEGATIVO	3 x CAMPO	-	-
BACTERIAS	NEGATIVO	NEGATIVO	-	-
CRISTALES	FOSFATO AMORFO+	NEGATIVO	-	-

BIOMETRIA HEMATICA

	ANTES	DESPUES	24 HORAS	7 DIAS	VALORES NORMALES
LEUCOCITOS	17850	2650	-	-	6.000-17000
NEUTROFILOS SEGMENTADOS	14280	2120	-	-	3000-11500
LINFOCITOS	3034.5	530	-	-	1000-4800
MONOCITOS	357	-	-	-	150-350
EOSINOFILOS	178.5	-	-	-	100-1250
PROTEINAS PLASMATICAS	6.0	5.5	-	-	6.0-7.0
HEMATOCRITO (%)	25.0	22.5	-	-	37.0-55.0
HEMOGLOBINA (%)	8.46	7.4	-	-	12.0-18.0

PATOLOGIA

Se observó una congestión moderada difusa; además de un abundante infiltrado de tipo linfoide intersticial multifocal coalescente que va desde la corteza a la médula, extendiéndose hasta la pelvis renal, así como zonas de infarto crónico en la corteza y la unión córtico medular y material hialino proteináceo, tanto en túbulos, como en espacio glomerular.

En este caso sólo se tuvieron datos de antes y después del tratamiento, debido a que el perro murió antes de ser intervenido quirúrgicamente.

Los datos de la biometría hemática revelan anemia y hemoglobina disminuida, debido a una anemia del tipo nutricional.

En el examen general de orina se vieron cilindros hialinos y cristales de fosfato amorfo, debido a la nefritis crónica que ya existía. Los datos reportados por el patólogo en cuanto al riñón, corresponden a daños ocasionados por leptospirosis.

En este caso se observó un eritema sobre la piel, justo en el lugar donde se aplicaron las ondas de choque, ésto es explicable, ya que a este perro se le aplicaron 3500 ondas con una energía de 100 nF.

EXPERIMENTO 8

TESTIGO

RIÑON IZQUIERDO EXPUESTO

Canino hembra, criollo.

Edad: 8 meses aproximadamente.

Peso: 11 Kg.

Talla: -- 45 cm | 65 cm.

Voltaje: 0 kilovolts.

Capacitancia: —

Reflector: 3a.

Electrodos: 0.

Separación entre electrodos: —

Conductividad del agua: No se midió.

Agua: potable.

Nivel del agua: 27 cm.

Temperatura: 38 °C (inicial), 36 °C (intermedia) y 35 °C (final).

Número de descargas: 0.

Tiempo en la tina: 1 hora con 30 minutos.

Posición de la camilla: a 5 cm del borde superior del reflector.

QUIMICA SANGUINEA

	ANTES	DESPUES	24 HORAS	7 DIAS	VALORES NORMALES
TGP (U.I.)	5.84	8.45	7.72	7.35	10-25
FAS (U.I.)	25.92	30.52	39.67	31.35	10-50
LDH (U.I.)	111.69	82.62	88.98	134.49	30-150
UREA (mg/dl)	26	28	22	-	20-43
CREATININA (mg/dl)	.65	.789	.52	.57	0.5-1.5

EXAMEN GENERAL DE ORINA

	ANTES	DESPUES	24 HORAS	7 DIAS
COLOR	AMBAR	AMARILLO	AMARILLO	AMARILLO
ASPECTO	TURBIO	TURBIO	TURBIO	TRANSLUCIDO
DENSIDAD	1.055	1.040	1.035	1.052
pH	6	6	6.5	6.0
PROTEINAS (mg/dl)	30	30	30	30
UROBILINOGENO	NORMAL	NEGATIVO	NEGATIVO	NORMAL
BILIRRUBINA	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
HEMOGLOBINA	+++	+++	10 ERIT POR MCL	NEGATIVO
NITRITOS	NEGATIVO	NEGATIVO	POSITIVO	NEGATIVO
CILINDROS	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
CELULAS	ESCAMOSAS	EPIT. ESCAMOSAS 1-2 x CAMPO	EPIRUALES 0-1 x CAMPO	EPIT. ESCAMOSAS +
BACTERIAS	NEGATIVO	NEGATIVO	POSITIVO +	NEGATIVO
CRISTALES	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO

BIOMETRIA HEMATICA

	ANTES	DESPUES	24 HORAS	7 DIAS	VALORES NORMALES
LEUCOCITOS	8250	3300	23000	15600	6.000-17000
NEUTROFILOS SEGMENTADOS	5857.5	2706	20470	10452	3000-11500
LINFOCITOS	660	165	460	936	1000-4800
MONOCITOS	1237.5	297	1380	4056	150-350
EOSINOFILOS	247.5	66	230	156	100-1250
PROTEINAS PLASMATICAS	7.7	6	6.6	7.3	6.0-7.0
HEMATOCRITO (%)	34	29	38	31	37.0-55.0
HEMOGLOBINA (%)	10.2	8.6	13.8	10.8	12.0-18.0

PATOLOGIA

A nivel cortical se observaron cambios congestivos moderados, disminución del material glomerular; además depósito de material hialino en algunos glomérulos entre los túbulos y dentro de los túbulos, llamando la atención, la presencia de un infiltrado linfoide abundante, con la distribución multifocal en la unión córticomédular con la presencia de una hemorragia incipiente en uno de los focos. El infiltrado linfocitario, se encontró también a nivel de la pelvis renal.

En este caso la biometría hemática reportó leucocitosis a las 24 horas después del tratamiento.

En el examen general de orina, no se presentaron datos significativos, al igual que en las químicas de sangre. Esto fué lo esperado, ya que el perro fué un control al cual no se le aplicaron ondas de choque, sólo se mantuvo dentro de la tina, sin encender el sistema del MEXILIT I.

Se dan datos del laboratorio de patología, que corresponden a la manipulación postquirúrgica de una ovariectomía.

Resultados del primer caso de urolitiasis vesical tratado con litotripsia.

Con estas radiografías se corroboró que el cálculo había sido destruido en más de un 50 % (ver figura 13), por lo que se decidió un segundo tratamiento. Los electrodos se calibraron a 0.15 pulgadas, utilizando 3500 descargas con 100 nF y 20 kV.

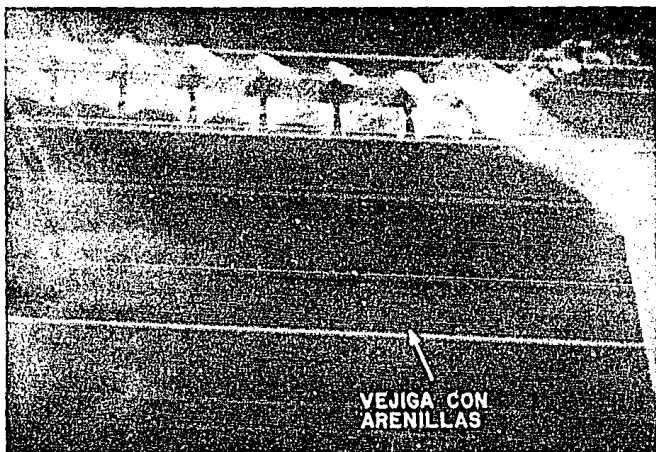


Figura 13: Radiografía de vejiga mostrando arenillas después de un tratamiento de litotripsia en un perro hembra

En el estudio radiológico, después del segundo tratamiento, se confirmó que el urolito había desaparecido, encontrándose sólo pequeños fragmentos radio-opacos compatibles con arenillas de lo que fué el cálculo. Trece días después de este segundo tratamiento se tomaron radiografías con medio de contraste (aire) encontrando la vejiga libre de urolitos (ver figura 14).

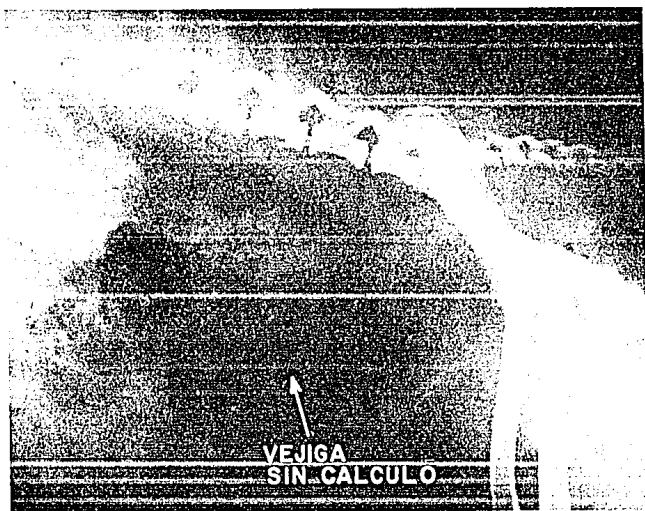


Figura 14: Radiografía tomada trece días después de un segundo tratamiento de litotripsia a un perro hembra encontrándose la vejiga libre de arenillas.

Es importante mencionar que estos experimentos se llevaron a cabo respetando el reglamento para el cuidado de los animales de la FMVZ.

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES

Se comprobó que el generador de ondas de choque MEXILIT I es un equipo con el cual se pueden realizar experimentos en vitro y en vivo con seguridad y éxito, ya que los resultados obtenidos fueron satisfactorios.

En los experimentos con modelos de órganos de perro (obtenidos de la sala de necropsias de la FMVZ) se observó que la atenuación de ondas de choque fué de aproximadamente un 50% en la interfase agua piel. Al interponer una capa de tejido muscular y posteriormente músculo y riñón no hubo alteraciones, esto se debe a que la impedancia acústica del agua y de la piel son diferentes.

Inicialmente se pensaba que la atenuación era menor al 20%. Esto debe tomarse en cuenta al ajustar la energía del equipo. Se notó además que se requiere de un gran número de ondas (más de 1500) para fragmentar cálculos artificiales (con características similares a las de los cálculos reales) in vitro dentro de modelos de órganos y tejidos de perro. Fuera de estos modelos los cálculos artificiales pueden pulverizarse con menos de 100 ondas de choque generadas con 20kV y un capacitor de 100 nF.

Se comprobó también que para desintegrar un cálculo artificial o real, influye en gran parte el medio y el espacio donde se encuentra él o los cálculos, esto debido a que se requiere de una cámara de expansión que coadyuva a los efectos de cavitación (formación de burbujas y pequeñísimos "microjets"). Estas burbujas se forman en la cámara de expansión al paso de la onda y al colapsarse generan pequeños "microjets" y ondas de choque secundarias que favorecen la destrucción del cálculo o modelo.

En uno de los roedores que se utilizaron para evaluar la seguridad eléctrica del MEXILIT I se detectó secreción sanguinolenta por la nariz al día siguiente del experimento.

Esto indica que fuera de la región de mayor energía (a un lado del reflector) la presión de la onda de choque es suficientemente grande, como para dañar los delicados pulmones de un roedor. Al realizar tratamientos deben protegerse los pulmones con una esponja u otro material para evitar el paso de las ondas por esta región. Esto es sumamente importante sobre todo para animales pequeños en los que la distancia hasta los pulmones es muy corta.

La seguridad eléctrica del equipo es buena y se concluye que el paciente no corre peligro durante el tratamiento; sin embargo debe evitarse que por accidente toque alguna parte eléctricamente aterrizada. El roce de algún miembro del animal con dichas partes hace pasar una pequeña corriente eléctrica por su cuerpo que

podría, en circunstancias desfavorables, hacer variar su frecuencia o ritmo cardiaco (en seres humanos se sincronizan las descargas con la onda R del corazón).

El diseño de la camilla para sujetar a los animales es práctico, siempre y cuando estos no sean demasiado pequeños o pesen más de 20 kg. Es importante que en un futuro se construyan por lo menos dos camillas más, una para animales muy pequeños y otra para animales que pesen más de 20 kilogramos.

En el experimento número 7 y en el tratamiento de litiasis vesical se observó un eritema en la piel a la altura donde entró la onda de choque. Este tipo de eritemas han sido reportados en pacientes humanos ³⁸ desapareciendo completamente 7 días post-tratamiento y sin consecuencias.

En los estudios de laboratorio clínico y de patología todos los cambios que se reportan se deben a la manipulación de órganos y tejidos durante la intervención quirúrgica o a alteraciones ya existentes, como se presentó en el experimento número 7. En los otros casos las alteraciones no se debieron a las ondas de choque. Para protocolos futuros se recomienda tener a los pacientes en observación varios días antes del tratamiento así como también hacerles pruebas complementarias de laboratorio. El hecho de que los daños ocasionados al riñón no hayan sido de consecuencia para los pacientes no significa que esto es en todos los casos, ya que

en pacientes humanos se reportan daños reversibles, pero prevalece la duda de que si a futuro puedan tener alguna consecuencia.

Durante los experimentos con animales no se reportó hematuria como se presenta en humanos. Se piensa que la causa de que estas orinas contengan sangre es que se trata de pacientes litiásicos y que por los daños que ocasionan los urolitos y la asociación de bacterias, se presente la hematuria. Para aclarar esta situación tendría que someterse un paciente humano sano a un tratamiento de litotripsia y esto no es aceptable.

En el tratamiento de litiasis vesical reportado aquí, sí hubo sangre en la orina durante la sesión de litotripsia, lo que confirma que los pacientes litiásicos son hematóricos y con la litotripsia extracorporal se reafirma la presencia de la sangre en la orina.

Las radiografías que se le tomaron al paciente con litiasis vesical, confirmaron la presencia de un cálculo vesical, así como también la ausencia del mismo en la evaluación de los tratamientos de litotripsia realizados al perro. Para tener más éxito en los siguientes tratamientos se sugiere que los pacientes expuestos a ondas de choque se sometan en ayuno de 12 horas y se bañen antes del tratamiento, ya que las impurezas cambian las propiedades eléctricas y acústicas del agua, alterando la generación y propagación de la onda de choque. Además es importante rasurar la

zona donde se aplican las ondas de choque y que el agua sea tratada (desgasificada, desionizada y desmineralizada). La temperatura del agua debe ser la misma o ligeramente superior a la del cuerpo del paciente para evitar descompensaciones durante y después de los tratamientos de litotripsia.

Es la experimentación con animales (siempre y cuando se respeten las leyes de protección a los animales) la que hace posible los avances tecnológicos que posteriormente serán aplicados a la población.

Es de gran importancia considerar que la tecnología ha desarrollado cambios para el mejoramiento de la salud, sin embargo estos se ven en muchas ocasiones prohibitivos, como es el caso de la litotripsia extracorporal por ondas de choque para gran parte de la población de nuestro país. Con este tipo de proyectos existe la posibilidad de que cada día más personas tengan acceso a estas nuevas técnicas y que la medicina veterinaria encuentre nuevas y modernas aplicaciones en la clínica de pequeñas especies.

BIBLIOGRAFIA

1. Underwater Shock Waves and Extracorporeal Lithotripsy: an introduction to the bibliography. -- [Editado por] F.E. Prieto y A.M. Loske. -- México : UNAM, Coordinación de la Investigación Científica, 1991.

2. Prieto, Fernando E. y Achim M. Loske. "An underwater shock wave research device". -- En: Rev. Sci. Instrum. -- Vol. 62, no. 7, (July, 1991), p. 1849-1854.

3. Loske, A.M. y F.E. Prieto. "Generador de ondas de choque en agua : MEXILIT I". -- En: Ciencia y Desarrollo. -- Vol. 17, no. 101 (noviembre-diciembre, 1991), p.82-89.

4. Ruhz Marcellsn, F.J. Nuevos aspectos en el tratamiento de la litiasis renal. -- [Editado por] N. Mallo y E. Zungri. -- Barcelona : Pulso Ediciones, 1988. -- p. 43-58.

5. *Ibid.*, p. 11-20.

6. Häusler, E. y W. Kiefer. "Anregung von Stoßwellen i n Flüssigkeiten durch Hochgeschwindigkeitswassertropfen". -- En: Verhandlungen DPG (Deutsche Physikalische Gesellschaft Stuttgart), Frühjahrstagung in ULM, 1971. -- Cap. 36.
7. Häusler, E. y W. Kiefer. "Nierensteinertrümmerung mit geführten Stoßwellen". -- En: Ann. Univ. Sarav. -- No. 1170, p.150-159, 1974.
8. Chaussy, Ch., F. Eisenberger, K. Wanner, B. Forssmann y W Hepp. "In vitro Untersuchungen mit fokussierten Stoßwellen". -- En: Biophysikalische Verfahren zur Diagnose und Therapie von Steinleiden der Harnwege. Wissenschaftliche Berichte, Meersburg. -- (Junio, 1976).
9. Chaussy, Ch., W. Brendel y E. Schmiedt. "Extracorporeally induced destruction of kidney stones by shock waves". -- En: The Lancet. Vol. 2 (13 diciembre, 1980), p. 1265-1268.

10. Chaussy, Ch., E. Schmiedt, D. Jocham, G. Fuchs y W. Brendel, B. Forssmann y W., Hepp. Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy : Technical Concept, Experimental Research, and Clinical Application. -- [Editado por] Ch. Chaussy. -- Basel : Karger, 1986. 155 p.
11. Chaussy, Ch., F. Eisenberger, K. Wanner, B. Forssmann, W. Hepp, E. Schmiedt y W. Brendel. "The use of shock waves for the destruction of renal calculi without direct contact". -- En: Abstr. 3er. Simp. Exp. Urol. -- Parte 1, p. 181 y Urol. Res. -- Vol. 4, no. 4, 1976.
12. Sisson, Septimum. "Organos urinarios del perro". -- En su: Anatomía de los animales domwsticos. -- 4a ed. -- Buenos Aires : Salvat, 1981. p. 559-560.
13. Tortora, Gerard J. y Nicholas P. Anagnostacos. "Sistema urinario". -- En su: Principios de anatomía y fisiología. -- 3a ed. -- México : Harla Harper & Row Latinoamericana, 1984. p. 821-849.

14. Ganong, William F. "Función renal". -- En su: Manual de fisiología médica. -- 2a ed. -- México : Manual Moderno, 1980. p. 603-630.

15. Alanís Calderón, Jorge Luis. Fundamentos sobre urología clínica en perros y gatos. -- México : UNAM, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 1988. 152 p.

16. Greep, Roy O. y Leon Weiss. "El sistema urinario". -- En su: Histología. -- 3a ed. -- Barcelona : El Ateneo, 1978. p.603-643.

17. Lyman, Ronald R. "Trastornos del aparato urogenital". -- En su: Medicina Veterinaria de perros y gatos : Tomo I. -- Fenner, William R. -- México : Limusa, 1991. p. 179-219.

18. Benjamin, Maxime M. Manual de patología clínica en veterinaria. -- México : Limusa, 1984. 421 p.

19. "Sistema urinario". -- En: El manual Merck de Veterinaria.
-- 3a ed. -- [Editado por] Clarence M. Fraser. -- Madrid :
Centrum, 1988. p.953-984.
20. Nephrology and urology. -- [Editado por] Edward B.
Breitschewerdt. -- New York : Churchill Livingstone, 1986.
282 p.
21. Newman, R., R.Hackett, D. Senior, K. Brock, J. Feldman, J
Sosnowski y B. Finlayson. "Pathologic effects of ESWL on canine
renal tissue". -- En: Urology. -- Vol. 29, no. 2, (Febrero,
1987), p. 194-200.
22. Terapéutica veterinaria : Práctica clínica en especies
pequeñas : Tomo 4. -- [Editado por] Kirk, Robert W. --
Madrid : Editorial Continental, 1986. p.1023-1186.
23. Pak, C.Y.C. "Medical Management of Nephrolithiasis". --
En: J. Urol. -- Vol. 128, p.1157-1163, 1982.

24. Alanís Calderón *Op cit.* p.88
25. da Silva Curiel, Jannete M.A., Eric R.Pope, Dennis P. O'Brien y Donald A. Schmidt. "Ammonium urate urolith resulting in hydronephrosis and hydroureter in a dog with a congenital portosystemic shunt". En: Can. Vet. J. -- Vol. 31 (Feb., 1990).
26. Klausner, Jeffrey S., Carl A. Osborne, Jerry B. Stevens y James W. Wilson. Enfermedades congénitas del uraco". -- En: Terapéutica veterinaria : Práctica clínica en especies pequeñas : Tomo 4. -- [Editado por] Kirk, Robert W. -- Madrid : Editorial Continental, 1986. p.1120-1122.
27. Krupp, M.A. y M.J. Chatton. Diagnóstico clínico y tratamiento. -- México : El Manual moderno, 1985.
28. *Terapéutica veterinaria. Op. Cit.* p.1151.
29. Alanís Calderón, L.J. *Op. Cit.* p. 97.

30. Nephrology and urology. *Op. Cit.* p.10.
31. Nephrology and urology. *Op. Cit.* p. 7.
32. Loske Mehling, A.M. Generación de ondas de choque débiles en agua por rompimiento eléctrico. -- Tesis de Maestría en Ciencias (Física). -- México : UNAM, Facultad de ciencias, 1990. p. 237.
33. *Op Cit.* p. 1849-1854.
34. Loske, Achim M., Jorge A. López, Fernando E. Prieto, Luis J Alanís, José E. Vázquez y Francisco Larrondo. "Primeras pruebas en vivo en roedores y perros en México con el generador de ondas de choque Mexilit I-- En: Veterinaria México. -- Vol. 24, no. 1, 1993.

35. Yarger, Frederik L., Fernando E. Prieto y Achim M. Loske. "Underwater shock waves in medical applications". -- En: Shock compression of condensed matter. -- [Editado por] S.C. Schmidt, R.D. Dick, J.W. Forbes y D.G. Tasker. -- Elsevier Science Publishers, 1992. p.843-846.
36. Prieto, Fernando E., Achim M. Loske y Jorge A. Alanís. "Effects of dynamic pressures on tissue and cells". -- High Pressure Chemistry, Biochemistry and Materials Science, Septiembre 20 al 3 de octubre de 1992, Villa del Mare, Acquafredda di Maratea, Italia.
37. Loske, Achim M. y Fernando E. Prieto. "The influence of electrode shape on the performance of electrohydraulic lithotripters". -- En: Journal of Stone Disease. -- Vol. 5 no. 4, p. 101-112, 1993.
38. Coleman, A.J., J.E. Saunders y E.L.H. Palfrey. "The destruction of renal calculi by external shock-waves : Practical operation and initial results with the Dornier lithotripter.-- En: J. Med. Eng. Tech. -- Vol. 11, p. 4-10, 1987.