

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA
FACULTAD DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA

**UTILIDAD DE LA PLANIMETRÍA COMO BASE
TERAPEÚTICA PARA EL
TRATAMIENTO DE LA LITIASIS CORALIFORME**

**Tesis presentada por Luis Ibarz Servio
para optar al grado de Doctor en Medicina y Cirugía**

Badalona, 1998.

2.6 PLANIMETRÍA

2.6.1 CONCEPTO

La Planimetría es una parte de la Topografía y más concretamente de la Agrimensura que se ocupa de las medidas y representaciones gráficas de porciones de tierra más o menos extensas⁴²⁵.

El cálculo del área o superficie comprendida dentro del perímetro de una figura irregular puede realizarse de diferentes maneras⁴²⁶:

1) Cálculo gráfico de superficies:

- por descomposición de la figura en varias figuras geométricas triangulares, cuadrangulares o trapezoidales. Se calcula el área de cada una de ellas y se suman las áreas parciales para obtener el total de la figura (Figura F-51).

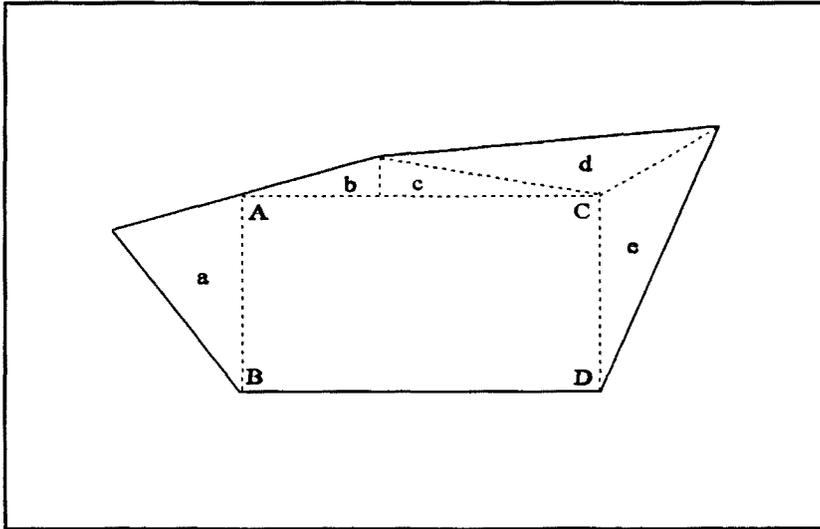


Fig. F-51.- Descomposición de una figura irregular en otras regulares.

- por división de la figura en franjas trapezoidales. El área total de la figura será igual a la suma de la de los correspondientes trapezios (Figura F-52).

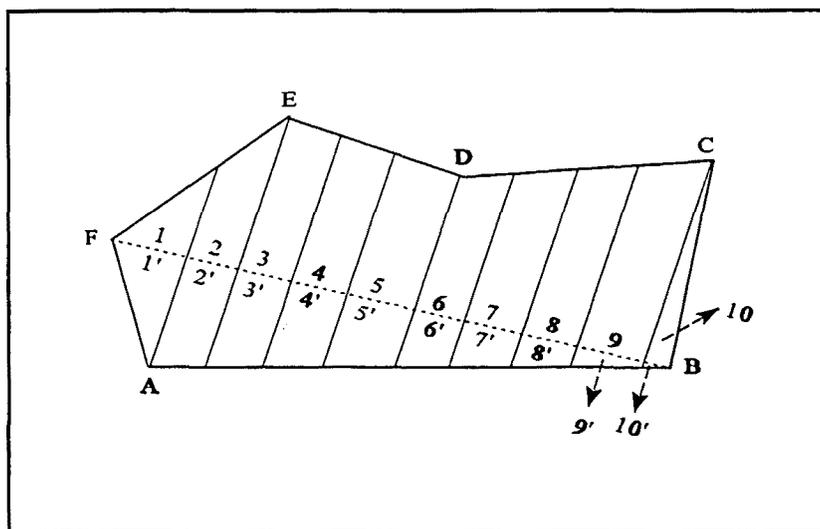


Fig. F-52.- Descomposición de una figura irregular en franjas trapezoidales con superficies totales equivalentes.

- por cuenta de cuadros en papel milimetrado. Para calcular el área de una figura basta con contar el número de cuadros comprendido dentro del perímetro (Figura F-53).

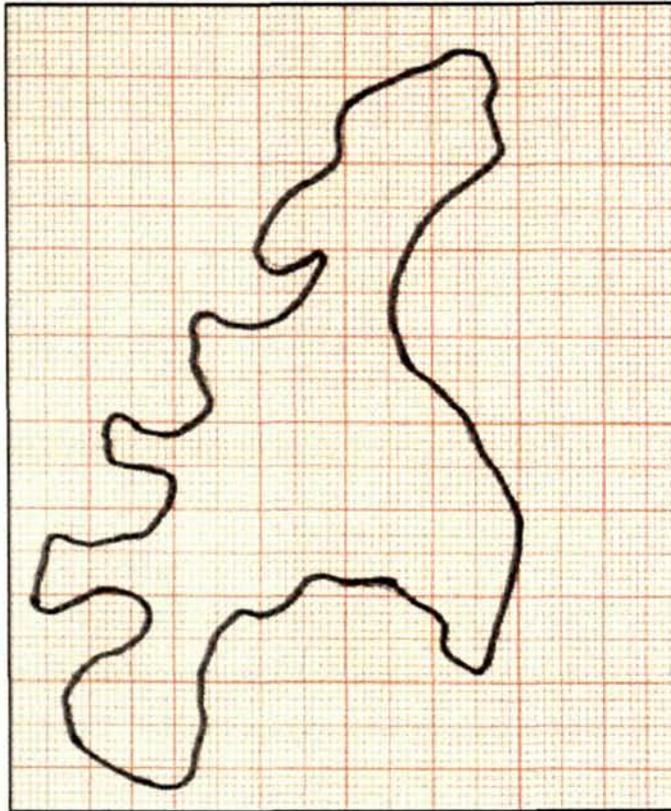


Fig. F-53.- Cálculo de la superficie mediante cuenta de cuadros en papel milimetrado.

2) Cálculo trigonométrico de superficies: para utilizar este sistema es siempre necesario descomponer la figura en triángulos para luego aplicar, en cada uno de ellos, el siguiente teorema: "el área de un triángulo cualquiera es igual al semiproducto de dos de sus lados por el seno del ángulo que forman"⁴²⁵ (Figura F-54).

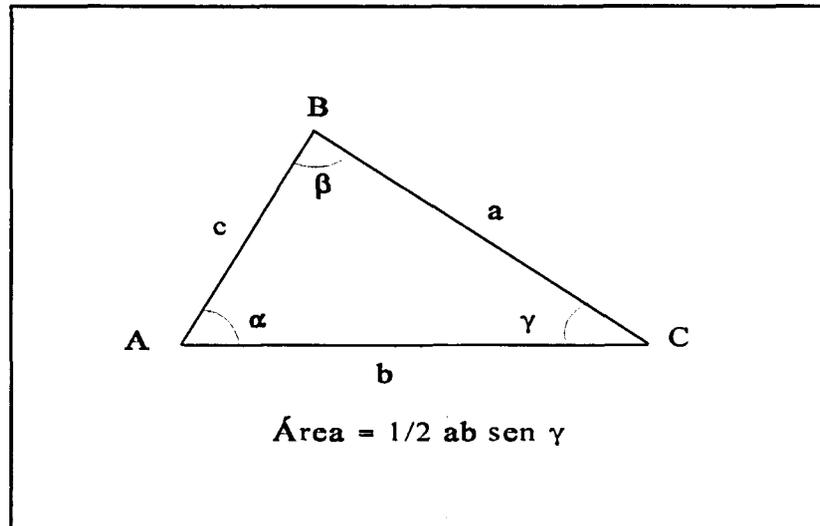


Fig. F-54.-Descomposición de la figura en triángulos.

3) Cálculo de superficies en función de las coordenadas de los vértices: en la Figura F-55 se tiene un polígono cerrado en la que las líneas de trazos representan las coordenadas de los vértices; su área es igual a la suma de la de los trapecios 1'-1-2-2', 2'-2-3-3' y 3'-3-4-4' menos la suma de la de los trapecios 1'-1-5-5' y 5'-5-4-4'.

4) Métodos de digitalización: mediante un tablero digitalizador se dibuja con lápiz óptico la figura a medir la cual es incorporada a la pantalla de un ordenador y medida su área con un programa informático adecuado. Su poder de definición es de hasta una centésima de milímetro.

5) Cálculo planimétrico de superficies: el planímetro es un ingenioso instrumento destinado a medir la superficie de determinados terrenos en los planos, sobre todo cuando los contornos son muy sinuosos en cuyo caso se hace indispensable. Deslizándolo un punzón por el contorno de la figura se obtiene directamente el área por diferencia de lecturas en un tambor, una vez aplicada la escala correspondiente en que esté dibujado el plano.

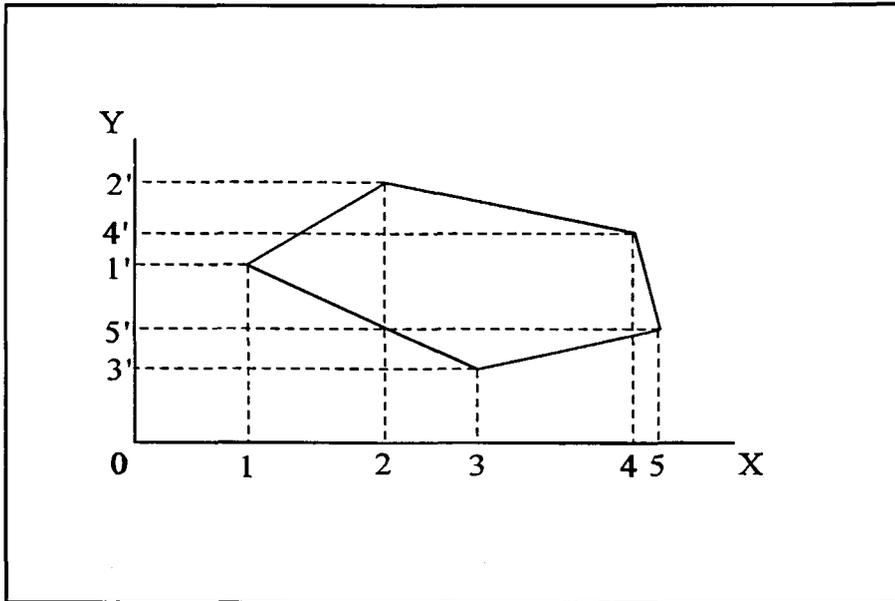


Fig. F-55.- Cálculo de la superficie de una figura en función de las coordenadas de sus vértices.

2.6.2 MÉTODOS PLANIMÉTRICOS

Al parecer, la primera idea del planímetro se debe a Hermann, matemático empleado del catastro de Baviera, que lo concibió en 1814, si bien el invento cayó en el olvido durante varios decenios⁴²⁶.

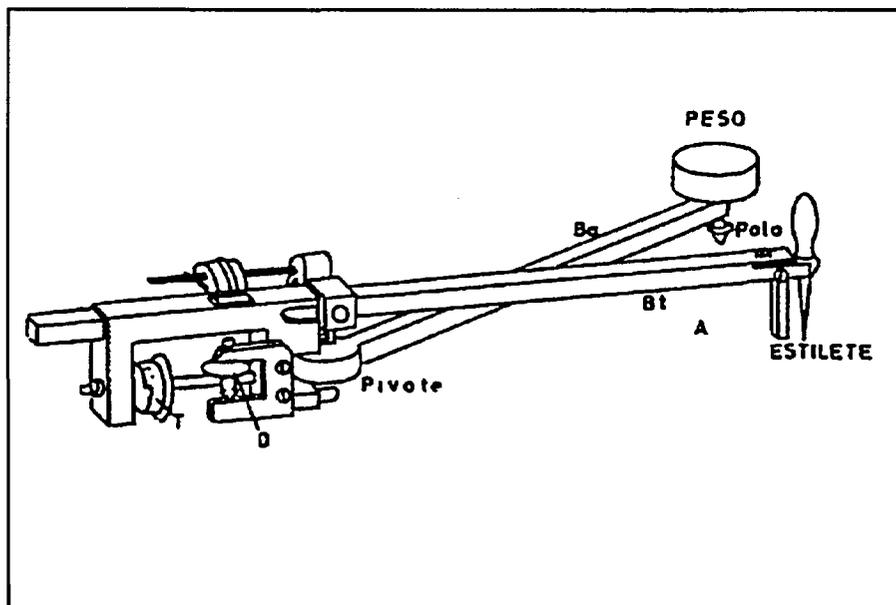


Fig. F-56.- Planímetro polar.

Se conocen varios tipos de planímetros pero el más sencillo en cuanto a su construcción y manejo es el planímetro polar ideado en 1854 por el matemático y mecánico suizo Jacob Amsler Laffon. Aún hoy en día este planímetro sigue usándose y su idea es la utilizada en todos los planímetros que se fabrican. Este instrumento consta de dos brazos metálicos articulados⁴²⁷. El brazo Ba, brazo de anclaje o polo del instrumento, lleva en uno de sus extremos un peso que mantiene fija al papel una punta de acero sobre la que gira el brazo. El otro extremo se articula con el brazo Bt, brazo trazador, por medio de un pivote ó rótula. Lleva el brazo Bt en su extremo un punzón que sirve para recorrer el perímetro de la figura cuya área se quiere determinar. En la parte inferior de la caja va unida una roldana giratoria cuyo movimiento se transmite a un disco contador de revoluciones (D). Colocado

el instrumento como se observa en la figura se apoya en el papel por tres puntos: el polo (P), el extremo del punzón (A) y el punto de tangencia de la roldana (T) (Figura F-56).

Para manejarlo se sigue con el estilete el contorno de la figura "A" a medir. Este movimiento se transmite al tambor y de aquí al disco que registra el número de revoluciones. Se registra la lectura inicial y final del disco y la diferencia de lecturas del disco ("l") se multiplica por una constante (Figura F-57):

$$\text{Área} = lw$$

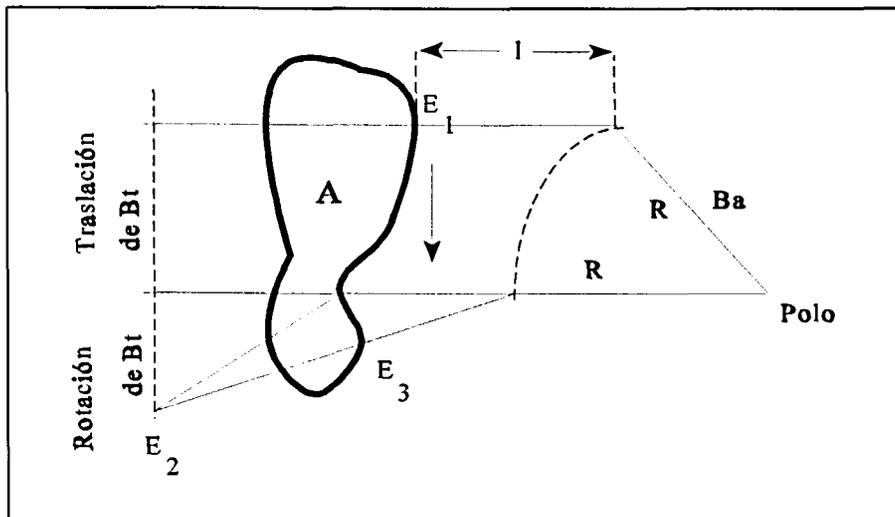


Fig. F-57.- Modo de medición del planímetro polar.

Un tipo especial de planímetro es el rodante o de rodillos que funciona libre, desprovisto del brazo polar, llevando en su lugar dos rodillos que giran sobre el papel describiendo cada punto una línea recta (Figura F-58).

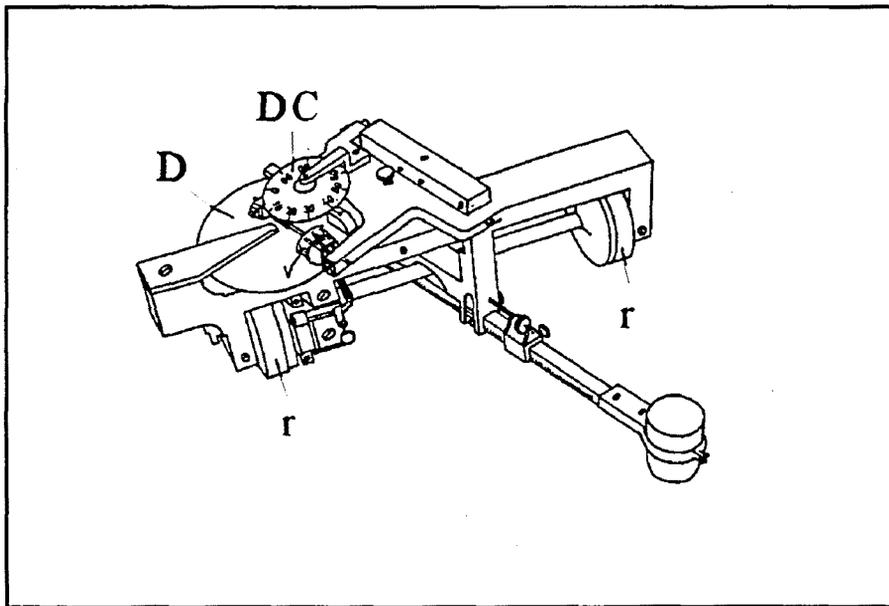


Fig. F-58.- Planímetro de rodillos. r = rodillos, D = disco, DC = disco contador.

Equivalen los planímetros de rodillos a uno polar con polo en el infinito, con lo que la circunferencia directriz se transforma en una recta. Con ello, todas las áreas obtenidas son con polo exterior a la figura, pudiendo planimetrar sin levantar el instrumento una ancha faja de longitud indefinida. Este planímetro es de manejo más fácil porque no se fija en ningún punto sino que al pasar con el puntero el contorno de la figura los rodillos giran en un sentido u otro y la combinación de las vueltas la transmite, mediante engranajes, al eje del disco que, al girar, hace que la rueda de vueltas. A mayor número de divisiones del disco contador se obtiene mayor precisión.

En los planímetros rodantes de funcionamiento electrónico, como los que se usan en la actualidad y el que ha sido utilizado en este trabajo, el puntero ha sido sustituido por un visor dotado de una lente de aumento y un punto de mira. El procedimiento de utilización es igual al de los mecánicos.

2.6.3 SISTEMAS DE MEDICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS CÁLCULOS

En la era de la cirugía como único tratamiento dirigido a erradicar la litiasis de la vía urinaria y la endoscopia ureteral "ciega" como única alternativa a la misma, el interés por medir los cálculos iba dirigido básicamente a evaluar sus posibilidades de eliminación espontánea. Así por ejemplo, en el completo estudio de Blandy y Marshall²²⁵ de 292 pacientes con litiasis, excluidos coraliformes y vesicales, detectan un 28% de menos de 5 mm, un 42.2% de más de 10 mm y un 29.8% comprendidos entre 5 y 10 mm. Con el seguimiento de este grupo de litiásicos demuestran que los cálculos de menos de 5 mm eran normalmente expulsados y los de más de 10 mm usualmente necesitaban de intervención quirúrgica, más a menudo estaban acompañados de infección y más a menudo recidivaban.

En cuanto a la litiasis coraliforme fueron en primer lugar autores franceses los que intentaron poner orden en su nomenclatura desde un punto de vista morfológico. Fey⁴²⁸, en 1958, distinguía entre el coraliforme verdadero que llena por completo las cavidades renales amoldándose a ellas sin espacios muertos y el falso coraliforme también llamado en nuestro medio pseudocoraliforme formado por cálculos piélicos o calicilares que dilatan la vía excretora en mayor o menor grado pero que no la rellenan por completo. Es obvio que igual de precisa que es la definición del coraliforme verdadero o completo lo es de imprecisa la del pseudocoraliforme.

Moores y O'Boyle⁴²⁹ revisan una serie de 91 coraliformes y los clasifican en 6 tipos diferentes:

- tipo A: cálculo que ocupa la pelvis y tres grupos calicilares
- tipo B: cálculo que ocupa la pelvis y dos grupos calicilares
- tipo C: cálculo que ocupa la pelvis y un grupo calicilar
- tipo D: cálculo localizado en un grupo calicilar
- tipo E: cálculo que ocupa la pelvis y el origen de los cuellos calicilares
- tipo F: molde del pielón inferior en una duplicidad.

Cukier⁴³⁰ diferenciaba entre:

- el coraliforme completo monobloque
- el pseudocoraliforme o coraliforme completo articulado
- el coraliforme incompleto o parcial, articulado o no
- el coraliforme parcial piélico que según el autor sirve para mejorar las estadísticas por su facilidad quirúrgica
- el coraliforme parcial calicular.

Hinnman⁴³¹ clasifica 50 tipos de coraliformes de acuerdo a la forma de la pelvis renal, infundíbulos y cálices relacionándola con la de los cálculos, sus patrones de crecimiento y el abordaje quirúrgico de los mismos y los agrupa en:

- tipo A1: el cálculo llena la pelvis y al menos un grupo calicular sin producir dilatación del mismo.
- tipo A2: produce obstrucción calicular pero no de todo el sistema colector
- tipo A3: dilatación de todo el sistema colector
- tipo B: cálculos que llenan los cálices pero no la pelvis.

Faure y Sarramón⁴³² todavía en la era de la cirugía inciden en la necesidad de cuantificar la dificultad de la exéresis del coraliforme para preveer el tipo de cirugía y poder correlacionar los resultados de diferentes cirujanos. Por primera vez sistematizan una clasificación basada en el tipo de cálculo, el estado del riñón y el de la vía excretora. Así la categoría C de cálculo la subdividen en C1 coraliforme total o parcial sin piezas caliculares, C2 coraliforme completo o no con patas caliculares. Según el estado del riñón la categoría R1 corresponde a parénquima adelgazado, con bolsas caliculares y R2 a parénquima normal. Según la pelvis B1 corresponderá a pelvis amplia y complaciente, B2 a pelvis estrecha e intrasinusal y B3 a pelvis cicatricial con cirugía iterativa.

Gil-Vernet⁴³³ aplica una clasificación personal anatomoquirúrgica dividiendo los cálculos coraliformes en:

- tipo I: extraíble por vía intrasinusal
- tipo II: precisa de una o dos nefrotomías radiales después de la pielolitotomía ampliada

- tipo III: los más complejos que requieren múltiples nefrotomías o de una nefrectomía parcial.

Con la aparición de las nuevas técnicas de tratamiento de los cálculos, endoscópicas y extracorpóreas, se observó que mientras la eficacia era inversamente proporcional a la complejidad de los cálculos, la morbilidad lo era directamente proporcional. Se hizo necesario buscar algún sistema de clasificación o estadiaje similar a los utilizados en la clasificación de las enfermedades neoplásicas con el objeto de afinar la indicación terapéutica y que a la vez también sirviera para comparar las series de diferentes autores. Se establecieron como criterios de complejidad derivados del cálculo su tamaño, número, composición, dureza y localización.

En el sistema de Griffith y Valiquette⁴³⁴ expuesto en la Tabla F-XIV para cálculos intrarrenales P es la abreviatura de cálculo piélico, I de infundibular, C de calicilar y A cuando hay obstrucción u otras anomalías. Cada cálculo así definido es medido por su eje longitudinal en mm.

TABLA F-XIV. SISTEMA PICA/BURDEN DE GRIFFITH Y VALIQUETTE ⁴³⁴	
P (Litiasis piélica):	P ₀ - no cálculo P ₁ - cálculo único P ₂ - cálculo múltiple
I/C (Litiasis infundíbulo-calicular):	I/C ₀ - no cálculo I/C ₁ - 1 infundíbulo I/C _n - n infundíbulos
C (Litiasis calicular):	C ₀ - no cálculo C ₁ - 1 cáliz afecto C _n - n cálices afectados
A (Anomalías anatómicas):	A ₀ - no A ₁ - obstrucción por el cálculo A ₂ - obstrucción distal al cálculo A ₃ - otras

Tiselius y cols⁴³⁵ en 1988 describen un método más simple para clasificar los pacientes que van a ser sometidos a tratamiento de LEOC. De acuerdo con el tamaño y número de los cálculos clasifican sus primeros 823 pacientes en seis tipos diferentes:

- Tipo A: un cálculo renal con diámetro máximo de 5 mm.
- Tipo B: un cálculo renal con diámetro comprendido entre 6 y 20 mm, o hasta tres cálculos ninguno de los cuales exceda de 10 mm
- Tipo C: un cálculo renal de entre 21 y 30 mm de diámetro o hasta tres cálculos ninguno de los cuales sea mayor de 20 mm, o más de tres cálculos de menos de 10 mm.
- Tipo D: un cálculo renal con diámetro de más de 30 mm o hasta 3 concrementos en que al menos uno de ellos tenga más de 20 mm o más de tres que ninguno exceda de 10 mm
- Tipo E: cálculo coraliforme con al menos dos ramas
- Tipo F: cálculo ureteral.

Graff y cols⁴³⁶, en 1988, exponen el seguimiento de más de 1000 pacientes litíasicos no coraliformes tratados mediante litotricia extracorpórea. En las consideraciones metodológicas el tamaño del cálculo fue determinado por superposición de la radiografía simple de abdomen a un papel milimetrado y recuento de las cuadrículas incluidas en el cálculo. En los cálculos de más de 400 mm² encuentran una relación directa entre tamaño y fragmentos residuales postlitotricia, no así cuando el cálculo era de menor tamaño.

En 1989 Rocco y cols⁴³⁷ modificaron su antigua clasificación quirúrgica de la litiasis para adaptarla a las nuevas terapéuticas (Figura F-59). Su clasificación de la litiasis renal, basada en el modelo de clasificación TNM de los tumores, intenta describir un modelo lo más detallado posible y fiel de las características preoperatorias del cálculo (indicado con la letra "C"), de la vía excretora ("E") y del parénquima renal ("P") para poder planear una estrategia terapéutica idónea en cada caso.

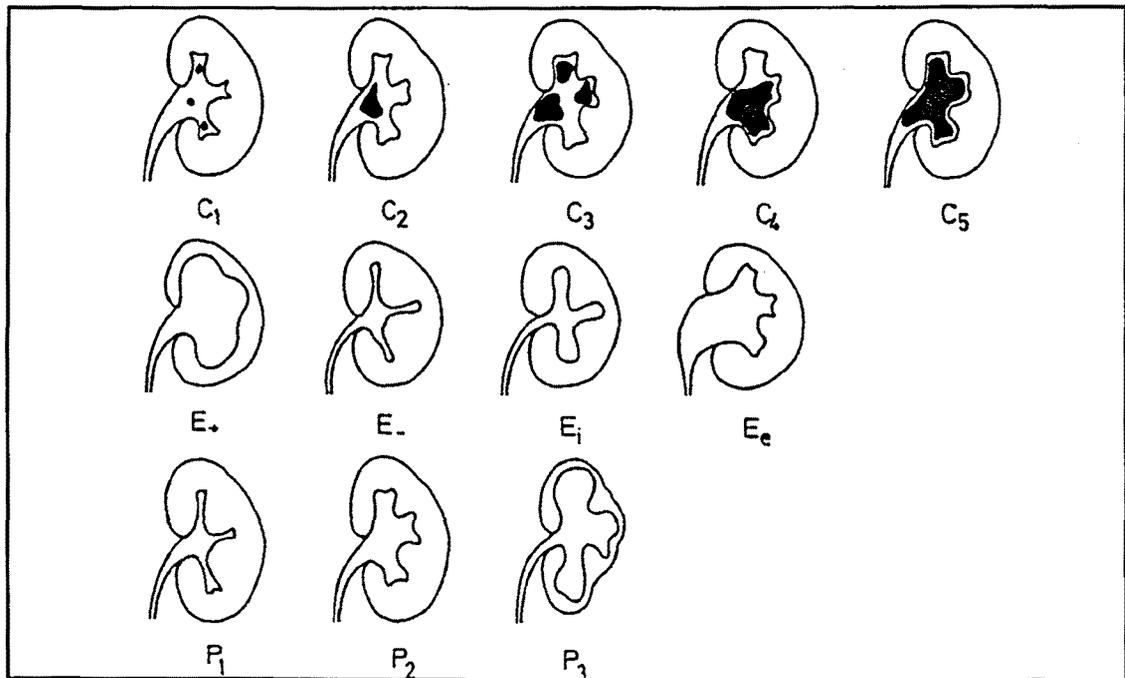


Fig. F-59.- Clasificación de los cálculos renales de acuerdo con Rocco⁴³⁷. C=tamaño del cálculo, E=sistema colector (+: dilatado; -: no dilatado; i: intrarrenal; e: extrarrenal), P= parénquima.

La categoría "C" se subdivide en 5 grupos:

- C₁: cálculo piélico o calicilar único subsidiario de expulsión espontánea
- C₂: cálculo piélico no expulsable espontáneamente
- C₃: cálculo calicilar único o múltiple asociado a otro no expulsable espontáneamente
- C₄: coraliforme parcial que ocupa la pelvis y uno o dos grupos calicilares
- C₅: coraliforme completo que ocupa la pelvis y todos los cálices.

El tamaño del cálculo es valorado en dos subcategorías dentro de la categoría "C": "n" o cálculo de volumen inferior o igual al de la cavidad renal normal y "a" cálculo de volumen superior al de la cavidad renal normal.

La categoría "E" se subdivide en otras dos: "+" si hay obstrucción y "-" si no la hay. El estado del parénquima renal o "P" se subdivide en "P₁" o función normal, "P₂" con leve deterioro y "P₃" con grave deterioro.

Ackerman y cols⁴³⁹ introducen el uso de los ordenadores en la medición de los cálculos. Determinan "in vitro" el volumen de piedras irregulares intactas mediante técnicas de desplazamiento de agua y miden sus diámetros mediante un analizador de imagen: en el 97% de los cálculos el volumen fue directamente proporcional a su superficie de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen} = 0.6 (\text{área})^{1.27}$$

A continuación con un lápiz óptico conectado a un ordenador personal dibujan el perímetro del cálculo en la radiografía simple de abdomen y con un programa especialmente elaborado para ello miden el área y el volumen de los mismos.

Actualmente puede calcularse el volumen litiásico de forma muy precisa y componer la morfología tridimensional exacta del mismo mediante técnicas de reconstrucción tridimensional de superficies gracias a la utilización de tomografía axial computadorizada del tipo helicoidal^{440,441}. La complejidad del método, el tiempo necesario para reconstruir un cálculo entre 1/2 y 1 hora, la irradiación del paciente y porque no decirlo el precio del mismo hacen que, de momento, el método no sea asequible en clínica diaria. Seguramente su principal ventaja y aplicación clínica va a residir, frente a los métodos planimétricos, en la medición de las litiasis radiotransparentes de forma mucho más precisa y sin necesidad de introducir contrastes yodados.

Rodríguez Vela y cols⁴⁴² recalcan la importancia de la masa litiásica como parámetro fundamental que va a determinar la estrategia de tratamiento de la litiasis renoureteral.

Proponen el empleo de la superficie litiásica como expresión de la masa del cálculo y la obtienen multiplicando el diámetro longitudinal por el diámetro transversal, medidos ambos en mm sobre una radiografía simple de abdomen en el caso de cálculos radioopacos y sobre una urografía intravenosa en litiasis radiotransparentes. Si existen varios cálculos se obtiene la superficie litiásica total sumando la de cada uno de ellos. No informan del sistema de medición en el caso de piedras de forma irregular.

Arrabal⁴⁴³ clasifica los cálculos de acuerdo a su localización, tamaño, consistencia y número y completa el estudio del paciente litiásico con la referencia al estado de la vía excretora y del parénquima renal. El tamaño lo expresan de acuerdo a su diámetro mayor e infiriendo a partir de él la superficie litiásica de acuerdo con los datos reseñados en la Tabla F-XV.

TABLA F-XV.- CLASIFICACIÓN DE LOS CÁLCULOS SEGÚN ARRABAL Y COLS⁴⁴³		
	DIÁMETRO	SUPERFICIE
T1	0-10 mm	100 mm ²
T2	10-20 mm	100-260 mm ²
T3	20-30 mm	260-450 mm ²
T4	30-40 mm	450-900 mm ²
T5	>40 mm	>900 mm ²

Michaels y Fowler⁴⁴⁴ en 1989 exponen sus resultados en una serie de cálculos grandes tratados con monoterapia de ondas de choque. Los cálculos fueron medidos mediante su copia en papel milimetrado.

Pryor y Jenkins⁴⁴⁵, en 1990, valoran la utilidad del catéter de doble J en la prevención de las complicaciones obstructivas de la litotricia por ondas de choque. El tamaño del cálculo lo obtienen aplicando la fórmula del volumen de la esfera (Figura F-60). En litiasis múltiples el volumen total es igual a la suma de los volúmenes individuales.

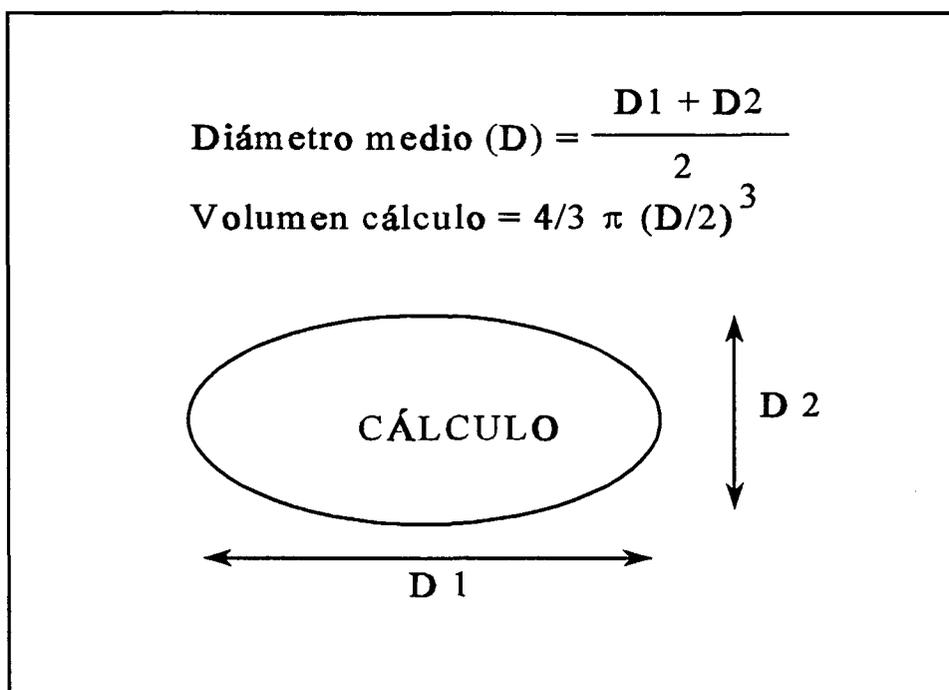


Fig. F-60.- Evaluación del tamaño del cálculo según Pryor⁴⁴⁵.

Vanden Bosche y cols³²⁰ sus resultados en el tratamiento de la litiasis coraliforme incompleta con monoterapia. Miden los cálculos de acuerdo a su diámetro mayor en mm y los clasifican en mayores o menores de 40 mm a fin de evaluar sus resultados.

Di Silverio y cols⁴⁴⁶, también en 1990, clasifican los cálculos coraliformes de acuerdo a criterios cuantitativos subjetivos en lo siguientes grupos:

- no voluminosos: llenan un sistema colector no dilatado, de baja densidad.
- de predominio piélico: masa calculosa piélica voluminosa, escaso cálculo en los cálices.
- de predominio periférico: la mayor parte del cálculo se sitúa en los cálices que además están dilatados y suelen ser cálculos de alta densidad.
- gigantes: cálculos densos con gran masa litiásica tanto en la pelvis como en los cálices.

Lam y cols^{260,352} han realizado el mayor esfuerzo para establecer criterios objetivos que sirvan para comparar los resultados de los distintos autores en el tratamiento de la litiasis coraliforme evitando el subjetivismo de las diferentes clasificaciones. Para ello miden el tamaño de una serie de cálculos coraliformes mediante tres sistemas haciendo un análisis comparativo de los diferentes métodos:

- copia en papel milimetrado: es el más lento de ejecución lo que le hace poco práctico. El error es aceptable, inferior al 5%.
- planímetro mecánico: en cálculos de más de 500 mm², hecho habitual en la litiasis coraliforme completa, su correlación con los resultados de análisis de imagen es excelente, con un margen de error inferior al 5%. Su costo es mucho menor que cuando se utilizan sistemas informáticos y el tiempo de realización es si cabe inferior a éstos.
- análisis informatizado de la imagen: mucho más caro que el anterior e igualmente fácil en su ejecución. El error es inferior al 1% en la globalidad de los cálculos. Utilizan un tablero digitalizador especial con iluminación posterior, en el que se sitúa la radiografía simple de abdomen y la silueta del cálculo es dibujada sobre la radiografía con un lápiz óptico. El área del cálculo es medida por el ordenador con un programa adecuado de análisis de la imagen.

Así mismo Lam y cols^{262,352} calculan el volumen de un grupo de coraliformes mediante reconstrucción tridimensional efectuada por tomografía axial computarizada. Constatan que el volumen así obtenido es perfectamente correlacionable con el área obtenida por cualquiera de los anteriores métodos. Además demuestran que no es correlacionable el volumen a la medida del eje longitudinal del cálculo como otros autores habían propuesto.

Ilker y cols³²³ de Estambul, en 1995, calculan el área por descomposición de la figura del cálculo en otras cuyas respectivas áreas sean de de fácil obtención matemática para luego sumar los parciales de las distintas figuras geométricas (Figura F-61).

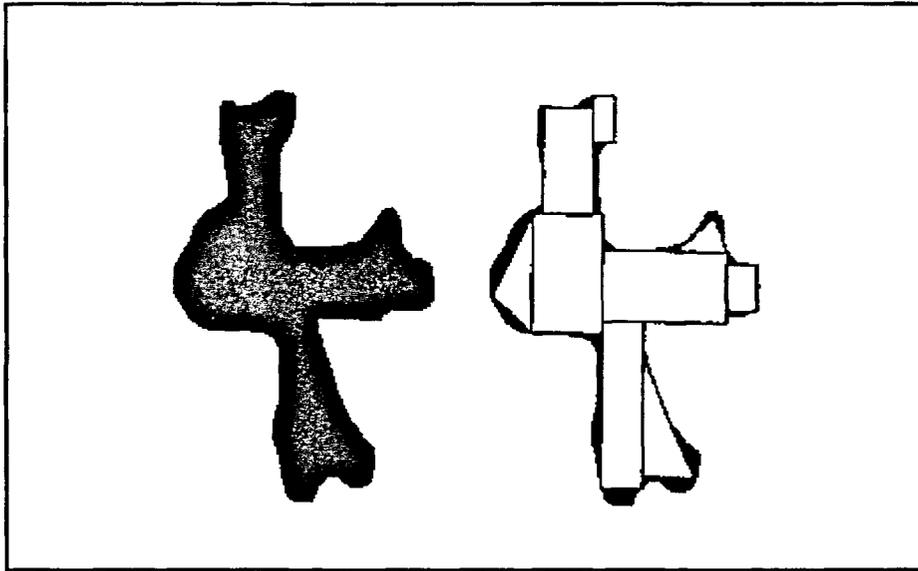


Fig. F-61.- Descomposición del cálculo coraliforme en la radiografía simple de abdomen para calcular su superficie, según Ilker³²³.

Por último, Murray y cols⁴⁴⁷, en 1995, siguiendo las recomendaciones de la American Urological Association para poder comparar los resultados de los tratamientos de las diferentes series, miden mediante un programa informatizado de análisis de la imagen y una tableta digitalizadora la superficie de una serie de 81 cálculos no necesariamente coraliformes de más de 3 cm en su diámetro superior, así como la superficie de la totalidad del sistema colector renal. Con estos datos dividen los cálculos de acuerdo a su superficie en tres grupos:

- tipo 1: de 0 a 500 mm²
- tipo 2: de 501 a 1000 mm²
- tipo 3: de más de 1000 mm².

Ello les sirve para establecer una correlación entre la eliminación del cálculo y el área litiásica así como para establecer el coste-eficacia de los diferentes procedimientos empleados en la eliminación de los cálculos.

Y, para finalizar, en un estudio randomizado de litotricia extracorpórea por ondas de choque frente a nefrolitotomía percutánea Meretyk y cols³⁴⁵ aportan en su serie de 50 cálculos que cumplen criterios de coraliforme las medidas de los ejes longitudinal y transversal y la superficie por multiplicación de estos diámetros, forma solo aproximada de objetivar el tamaño del cálculo ya que se trata de superficies irregulares.

3. HIPOTESIS DE TRABAJO, OBJETIVOS

La litiasis coraliforme constituye la forma crónica más grave de la enfermedad litiásica renal. Su particular etiopatogenia infecciosa, la tendencia a la obstrucción renal y a la pielonefritis crónica condicionan la pérdida del órgano cuando no conducen a la sepsis y la insuficiencia renal crónica si la afectación del riñón es bilateral.

El objetivo del tratamiento de la litiasis coraliforme es eliminar el cálculo y la infección urinaria, preservando al máximo la función renal con una mínima morbilidad así como con el menor coste personal, social y económico.

Existen en la actualidad tres modalidades terapéuticas de la litiasis que asumen estas premisas del tratamiento de la litiasis renal coraliforme, extracción del cálculo y preservación de la función renal, y que son la litotricia extracorpórea, la nefrolitotomía percutánea y la cirugía convencional de pielolitotomía y nefrolitotomía.

Con los medios de diagnóstico habituales -radiografía simple de abdomen, urografía intravenosa, ecografía renal y renograma isotópico- es posible hoy en día diagnosticar de forma precisa la litiasis coraliforme y el grado de repercusión funcional renal pero no así decidir el método de tratamiento más eficaz, quedando la indicación del tratamiento a realizar a la apreciación subjetiva por cada urólogo y en función de los medios técnicos que tenga a su alcance y de sus conocimientos y habilidad quirúrgica.

En la actualidad, como han demostrado Lam y cols²⁶⁰, es posible con los diferentes sistemas de planimetría determinar la superficie del cálculo a tratar en la radiografía simple de abdomen que, como han demostrado dichos autores, es perfectamente correlacionable con el volumen del mismo. Estas determinaciones pueden estar al alcance de cualquier urólogo eliminando la subjetividad en la valoración del cálculo de cara a la indicación terapéutica, estableciendo un factor diferencial entre unos cálculos y otros a igualdad de diagnóstico de litiasis coraliforme. De otra parte, la total reproductibilidad del procedimiento permite que las diferentes series de tratamientos sean fácilmente comparables a la hora de evaluar los resultados y que las poblaciones comparadas puedan considerarse más homogéneas validando los considerandos.

Si bien desde un punto de vista científico consideramos que lo ideal habría sido realizar un estudio prospectivo, desde un punto de vista ético y deontológico se justifica aprovechar una amplia experiencia clínica que corrige otros defectos metodológicos y que puede servir de base bien fundamentada de futuros estudios prospectivos.

La hipótesis global del trabajo que planteamos consiste en que podría seleccionarse la modalidad de tratamiento de la litiasis coraliforme de acuerdo con las medidas planimétricas del cálculo, en orden a alcanzar unos mejores resultados terapéuticos.

Los **objetivos** que se plantean en este estudio disponiendo de la planimetría digital como método de selección discriminativo en función del tamaño del cálculo son los siguientes:

1. Valorar los factores pronósticos del tratamiento de la litiasis coraliforme, analizando los resultados a largo plazo de una serie de 388 cálculos coraliformes tratados por medio de tres opciones terapéuticas según los criterios clínicos convencionales:
 - a) litotricia extracorpórea por ondas de choque
 - b) nefrolitotomía percutánea
 - c) cirugía abierta

2. Validación de la planimetría como método objetivo de selección de la indicación terapéutica en función de los resultados obtenidos en dicha serie.

3. Elaborar un nuevo protocolo terapéutico de la litiasis coraliforme racionalizando las indicaciones de los diferentes métodos de tratamiento en función de la planimetría..

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 PACIENTES DEL ESTUDIO

Se trata de un estudio retrospectivo de 388 casos de litiasis renal coraliforme en 355 pacientes (33 eran bilaterales), tratados personalmente en el Instituto Dexeus de Barcelona y en el Hospital Universitario Germans Triás i Pujol de Badalona, en el período de tiempo comprendido entre 1985 y 1992. Después del tratamiento de su litiasis todos los pacientes han sido seguidos durante un período de tiempo superior a cuatro años.

En función del tratamiento aplicado inicialmente a la litiasis coraliforme se han establecido tres grupos (Tabla M-I): el Grupo 1, formado por 278 cálculos tratados mediante litotricia extracorpórea por ondas de choque, el Grupo 2 constituido por 66 cálculos tratados mediante nefrolitotomía percutánea y el Grupo 3 lo forman 44 cálculos tratados mediante cirugía.

TABLA M-I.- PACIENTES DEL ESTUDIO	
GRUPO 1: litotricia extracorpórea por ondas de choque	278 cálculos
GRUPO 2: nefrolitotomía percutánea	66 cálculos
GRUPO 3: cirugía	44 cálculos

En todos los casos incluidos en la serie se han aplicado:

- 1º) protocolo pretratamiento.
- 2º) protocolo terapéutico.
- 3º) protocolo de seguimiento.
- 4º) planimetría digital.

4.2 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

- Se **incluyeron** en el estudio todos aquellos pacientes portadores de litiasis renal coraliforme completa demostrada por radiografía simple de abdomen y urografía intravenosa o ecografía renal, según los casos, que acudieron a consulta entre 1985 y 1992.

El concepto de litiasis coraliforme completa empleado ha sido el descrito por Eisenberger¹⁹³: litiasis que ocupa las tres cuartas partes o más del sistema colector intrarrenal.

- Se **excluyeron**:

1) aquellos pacientes con litiasis coraliforme que no cumplían el criterio anterior de ocupación de las tres cuartas partes o más del sistema colector intrarrenal.

2) también se excluyeron del estudio todos los cálculos completamente radiotransparentes (litiasis úricas) por la imposibilidad de medir su superficie en la radiografía simple, así como por la dificultad que entraña su adecuada localización radiológica en los sistemas de litotricia para proceder a su fragmentación y la necesidad de recurrir a medidas auxiliares (cateterismo ureteral e inyección retrógrada de contraste yodado, básicamente) a diferencia de los cálculos radioopacos que no presentan estas particularidades. También por el hecho de que en las litiasis úricas al combinarse el tratamiento instrumental con alcalinización urinaria hace que la valoración de los resultados sea más ambigua.

3) Así mismo, se excluyeron de la serie inicial (403 cálculos) 15 casos por falta de seguimiento al haberse perdido de control y no conocer su evolución posterior al tratamiento (todos ellos pertenecían al grupo de los tratados mediante ondas de choque).

4.3 PROTOCOLO PRETRATAMIENTO

Como se observa en la Tabla M-II el protocolo pretratamiento aplicado consta de:

1) Valoración clínica general

Antes de realizar el tratamiento de la litiasis coraliforme, todos los pacientes han sido sometidos a la práctica de un protocolo clínico general que consiste en:

- Anamnesis y resumen de la historia clínica
- Antecedentes familiares relacionados con la litiasis renal
- Edad de inicio de la enfermedad litiásica
- Cálculos previos expulsados espontáneamente
- Intervenciones previas por litiasis, quirúrgicas o instrumentales, o extracorpóreas.
- Exploración física cardiovascular, respiratoria, hepática, renal y endocrinometabólica.

TABLA M-II.- PROTOCOLO PRETRATAMIENTO
1. Valoración clínica general <ul style="list-style-type: none"> - Anamnesis - Antecedentes familiares de litiasis - Edad de inicio de la enfermedad - Cálculos previamente expulsados - Intervenciones por litiasis - Exploración física
2. Estudios analíticos <ul style="list-style-type: none"> - Analítica general en sangre - Sedimento de orina - Urinocultivo - Estudio metabólico - mineral (opcional)
3. Estudios radiológicos <ul style="list-style-type: none"> - Radiografía simple de abdomen - Urografía intravenosa - Ecografía renal - Renograma isotópico (opcional)
4. Valoración anestésica preoperatoria
5. Información al paciente
6. Profilaxis antibiótica

2) Estudios analíticos

A) Analítica general: hemograma, glucosa, urea, creatinina y pruebas de coagulación:

Tiempo de Tromboplastina Parcial (TTP), Tiempo de Quick, plaquetas y fibrinógeno.

B) Sedimento de orina, urinocultivo y antibiograma de ser positivo este último.

C) Estudio metabólico - mineral básico que comprende:

Determinaciones en sangre:

Glucosa, urea, creatinina, ácido úrico, proteínas totales, calcio, fósforo, sodio, potasio, cloro, magnesio, fosfatasas alcalinas, equilibrio ácido-base.

Determinaciones en orina de 24 horas (2 muestras separadas 10-15 días):

Diuresis, urea, creatinina, sodio, potasio, cloro, calcio, fósforo, magnesio, ácido úrico, ácido oxálico, citrato, cistina.

Determinaciones en orina recién emitida (de dos horas, post ayuno nocturno y recogida el mismo día de la extracción de sangre y después de la primera muestra de 24 horas):

pH, amonio acidez titulable, sedimento, densidad, proteinuria.

El estudio metabólico debe ser practicado en condiciones basales de ingesta de calcio en la dieta y día de 900 a 1000 mgr, diuresis aproximada de 1500 cc al día, superficie corporal de 173 cm², y aclaramiento de creatinina superior a 75 ml/min. No será valorable por tanto el estudio en pacientes con insuficiencia renal (Tabla M-III). Las recogidas de las muestras se realizan ambulatoriamente, con dieta libre como se ha dicho y sin alterar las condiciones de vida habituales del enfermo. Los errores en la toma de las muestras son frecuentes y por tanto también en las determinaciones, debe iniciarse la recogida de orina a las 8 horas con la vejiga vacía e incluir en la muestra de 24 horas hasta la micción de las 8 horas del día siguiente.

En una segunda fase diagnóstica y en casos de duda con las determinaciones obtendidas en el estudio metabólico mineral básico éste se amplía con:

- PTH, vitamina D, calcitonina y AMP-c urinario en casos de hipercalcemia-hipercalciuria.
- Test de sobrecarga oral con calcio para el diagnóstico de las hipercalciurias
- Test de sobrecarga oral con ácido oxálico para el diagnóstico de las hiperoxalurias
- Determinación de aminoácidos dibásicos en la orina cuando el test de cistina cualitativa en la orina es positiva o bien cuando algún cálculo analizado sea de cistina.
- Sobrecarga de cloruro amónico en casos de trastornos de la acidificación urinaria.

TABLA M-III.- VALORES NORMALES ESTUDIO METABÓLICO	
Calcio plasmático	8.5-10.5 mg/dL
Fosfato plasmático	2.5-5 mg/dL
Urato plasmático	3.5-6.5 mg/dL
Creatinina plasmática	<1.4 mg/dL
Aclaramiento creatinina	>80 mL/min
Diuresis normal	1100-1900 mL
Calcio / orina 24 horas - Hombres - Mujeres	300 mg/24 h 250 mg/dL
Magnesio / orina 24 horas	>70 mg/24 h
Oxalato / orina 24 horas	<40 mg/24 h
Fosfato / orina 24 horas	<1000 mg/24 h
Urato / orina 24 horas - Hombres - Mujeres	<800 mg/24 h <600 mg/24 h
Citrato / orina 24 horas	>400 mg/24 h
Cistina / orina 24 horas	<20 mg/24 h

3) Estudios radiológicos

A) Radiografía simple de abdomen en proyecciones anteroposterior y oblicua. La configuración del cálculo coraliforme es tan característica que la radiografía simple ya proporciona el diagnóstico. Una placa en proyección oblicua ayuda a determinar mejor sus ramificaciones diferenciando además entre la porción del cálculo que afecta a la valva renal anterior y a la posterior. Así mismo, proporciona una idea aproximada de la composición del cálculo y por tanto de su resistencia a la fragmentación cuando se dispone de experiencia y de la historia clínica previa del paciente. Todos los cálculos como ya se ha dicho eran radiopacos, por tanto visibles a los rayos X. Las características técnicas de la radiografía simple fueron modificadas por los radiólogos en función de la obesidad del paciente.

B) Urografía intravenosa (UIV): se practicó de forma sistemática en todos los pacientes excepto en aquellos casos que manifestaron antecedentes de alergia a los contrastes yodados en la valoración clínica previa. Disponer de la urografía intravenosa permite conocer la localización exacta del cálculo dentro del riñón y sus relaciones con la arquitectura pielocalicilar, además de conocer de forma precisa la morfología del sistema colector intrarrenal, la presencia de dilatación ligera, moderada o severa en dicho sistema colector, la existencia de malformaciones congénitas o no asociadas de la vía urinaria distal al cálculo, la presencia de zonas estenóticas postquirúrgicas o cicatriciales a cualquier nivel del tracto urinario superior y de una forma aproximada del grado de funcionalismo. Éste siempre será cualitativo, nunca cuantitativo y evaluado por el retardo en la aparición del contraste (nefrograma) y en la eliminación del mismo cuando opacifique el sistema colector renal.

C) Ecografía renal bilateral alternativa en casos de alergia a contrastes yodados. Sirve para detectar la presencia del cálculo aunque sin poder precisar su tamaño y morfología, delimitar el grado de repercusión renal en forma de dilatación calicilar y de una forma aproximada el funcionalismo renal por la alteración y el grosor parenquimatoso que exista.

D) Exploraciones complementarias: renograma isotópico obtenido en gammacámara mediante la inyección de Tecnecio-99 metastable (Tc^{99m}) en caso de riñones con pobre funcionalismo apreciado en la urografía intravenosa, o de grave afectación parenquimatosa en la ecografía renal, a fin de valorar de forma no cruenta las posibilidades de recuperación renal.

Los parámetros radiológicos evaluados han sido la ectasia pielocalicilar clasificándola según la dilatación estuviera ausente o presente en grado ligero, moderado o severo, la existencia de estigmas de pielonefritis crónica o la anulación funcional renal.

Ectasia

Se valoró en las 388 unidades renales portadoras de litiasis coraliforme. Se clasificó según un patrón establecido con parámetros extraídos de la urografía intravenosa previa al tratamiento, excepto en los pacientes alérgicos a contrastes yodados que se sustituyó por criterios ecográficos. A veces es difícil distinguir una pelvis renal grande de una pielectasia inicial. Por ello, es fundamental la comparación con el riñón contralateral normal.

No ectasia

Ausencia de imágenes hipoeoicas a nivel del seno renal, patrón ecográfico de ausencia de repercusión urinaria (Figura M-1). Ausencia de repercusión calicular en la urografía, copas caliculares que conservan su convexidad (Figuras M-2a y M-2b).



Fig. M-1.-Litiasis coraliforme dcha: patrón ecográfico de ausencia de ectasia.

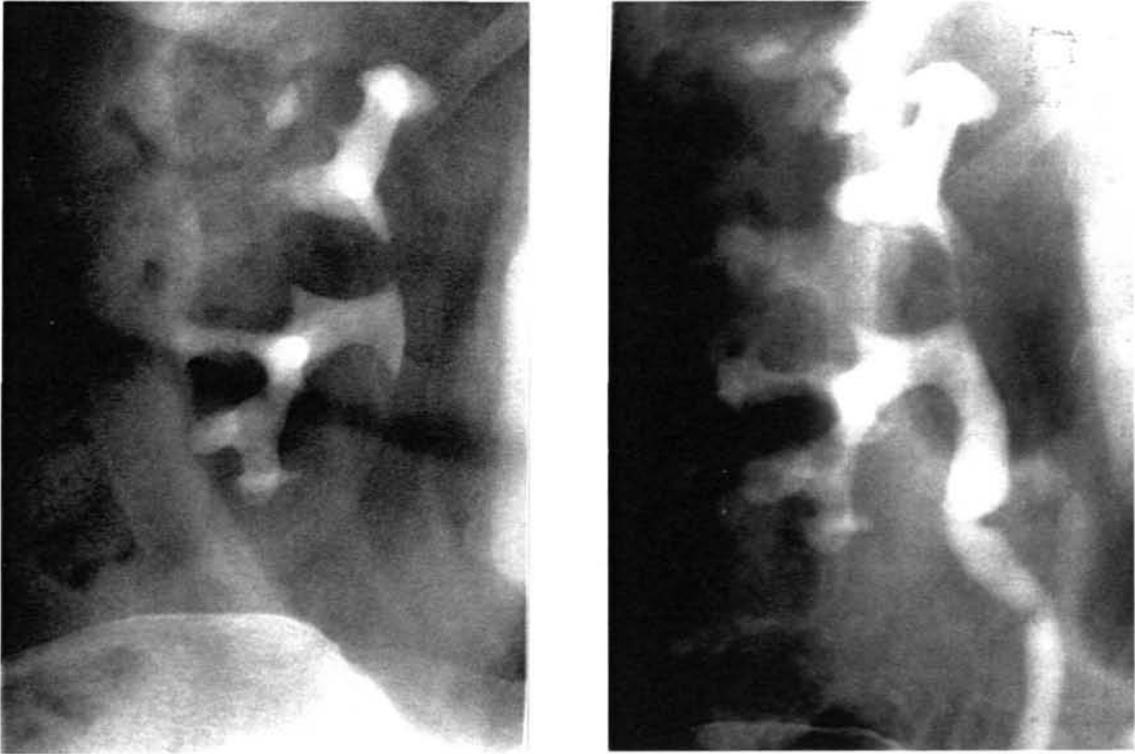


Fig. M-2a y b.- Caso anterior: radiografía simple renal (a) y urografía intravenosa (b) con litiasis coraliforme dcha y ausencia de signos de obstrucción.

Ectasia ligera

En la urografía intravenosa dilatación calicilar mínima caracterizada por aplanamiento de las copas calicilares y ligero ensanchamiento de los cuellos calicilares (Figuras M-3a y b). En la ecografía imágenes hipoecoicas a nivel del seno renal que dibujan la vía urinaria, sin afectación del seno renal que conserva su tamaño y morfología (Figura M-4). La presencia del cálculo que ocupa prácticamente todo el sistema colector, junto con los fenómenos pielonefríticos que en algunos casos comporta, han hecho de muy difícil catalogación la existencia de este parámetro de ectasia ligera por lo que a efectos prácticos en la recopilación de resultados se han incluido estos casos dentro del grupo de "no ectasia", considerándose sólo como fenómenos ectásicos u obstructivos significativos las ectasias moderadas y severas.

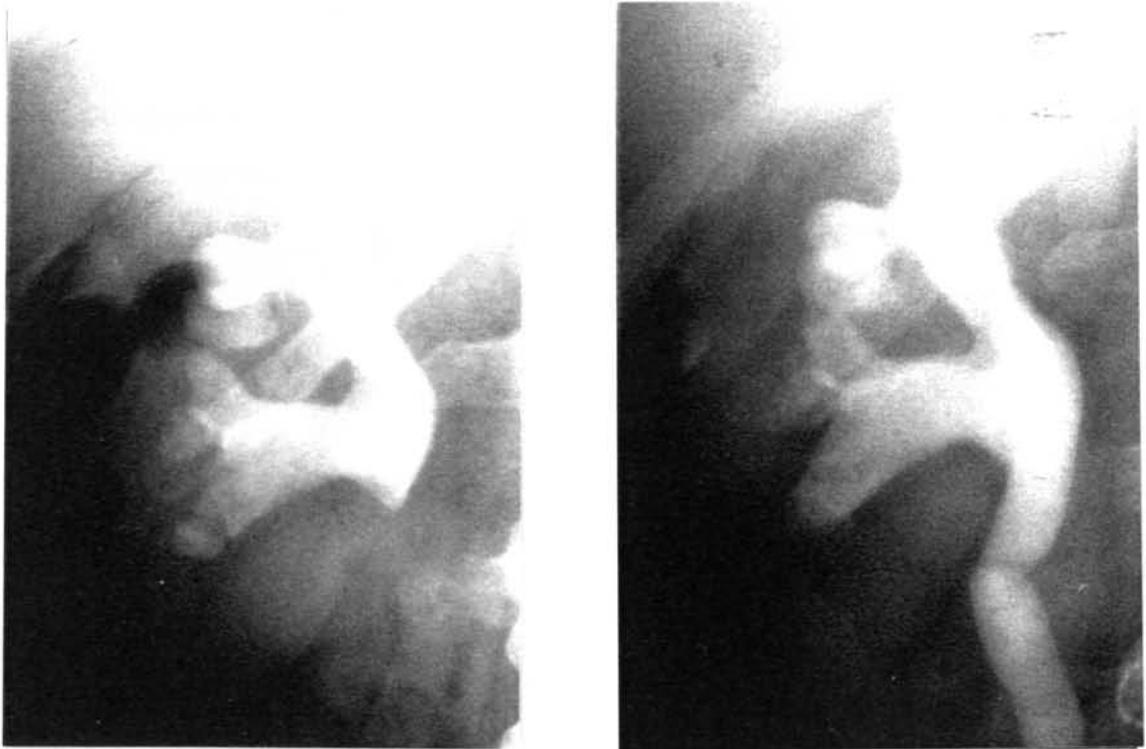


Fig. M-3a y b.- Radiografía simple con litiasis coraliforme dcha y urografía intravenosa del mismo caso que muestra ectasia ligera.

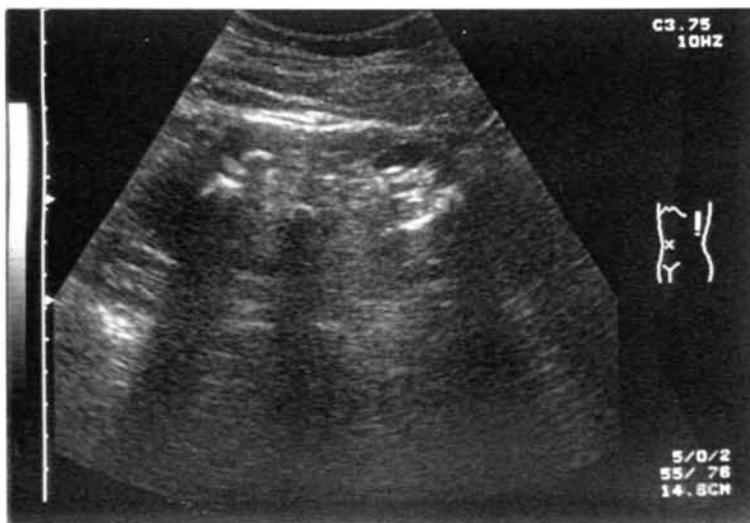


Fig. M-4.- Caso anterior: ecografía con patrón de ectasia ligera y litiasis coraliforme.

Ectasia moderada

Dilatación mayor que la anterior con ligera disminución del área del seno renal en la ecografía (Figura M-5) y afectando a pelvis y cálices en la urografía (Figuras M-6a y b).

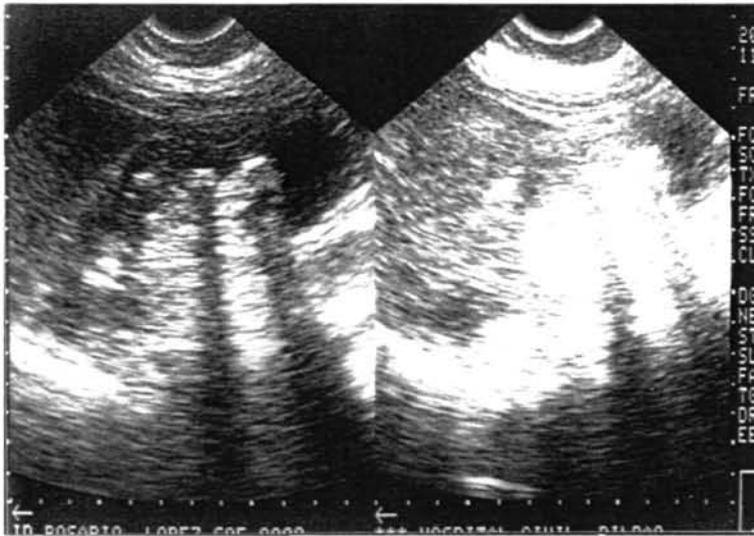


Fig. M-5.- Patrón ecográfico de ectasia moderada en presencia de litiasis coraliforme.

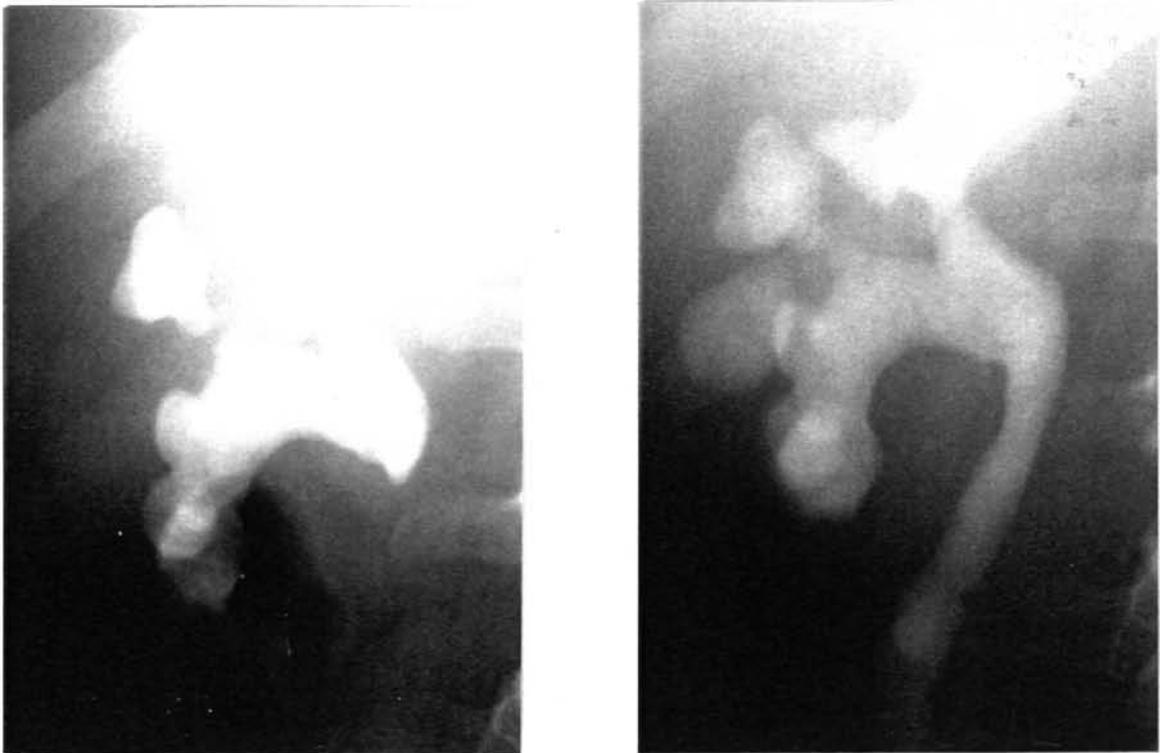


Fig. M-6a y b.- Radiografía simple y UIV con coraliforme dcho y ectasia moderada.

Ectasia severa

Dilatación importante sobre todo a nivel de cálices renales en la urografía con afectación parenquimatosa (Figura M-7a y b) o con poca representación o ausencia del seno renal en la ecografía (Figura M-8). Papilas de forma cóncava como resultado de su atrofia completa. Disminución del tamaño de la corteza renal. Retardo funcional en la eliminación del contraste a veces solo visible en placas retardadas.

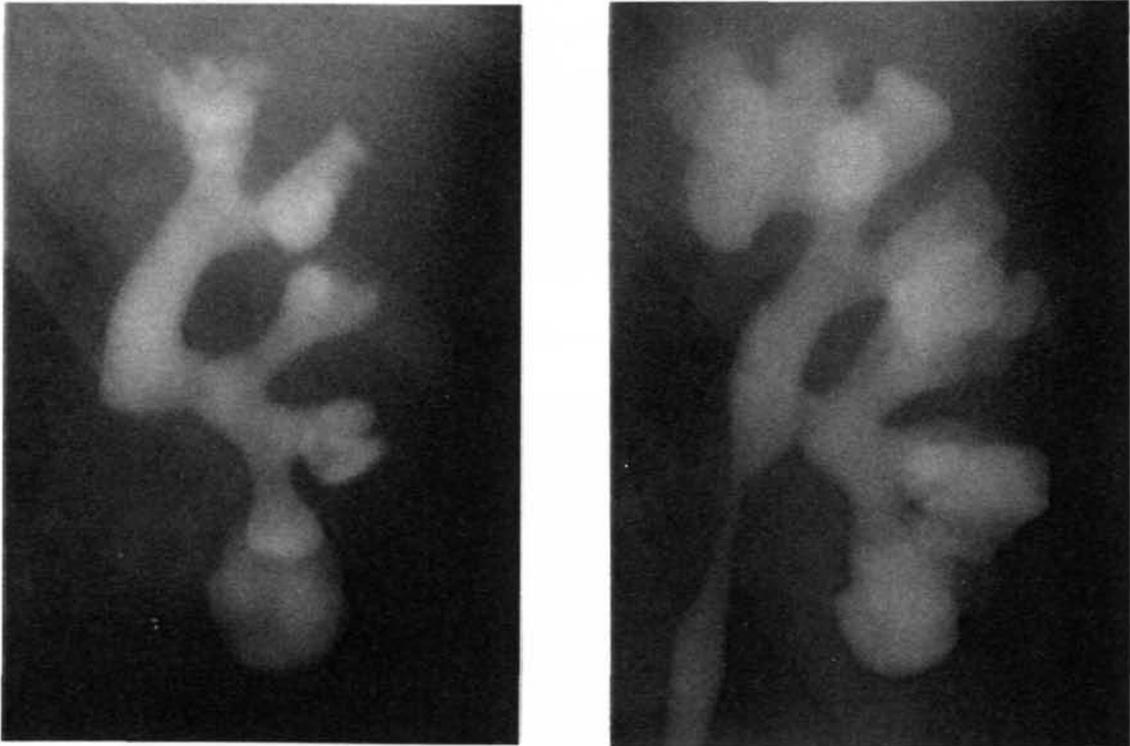


Fig. M-7a y b.- Radiografía simple y urografía intravenosa con litiasis coraliforme izda y severa ectasia suprayacente.

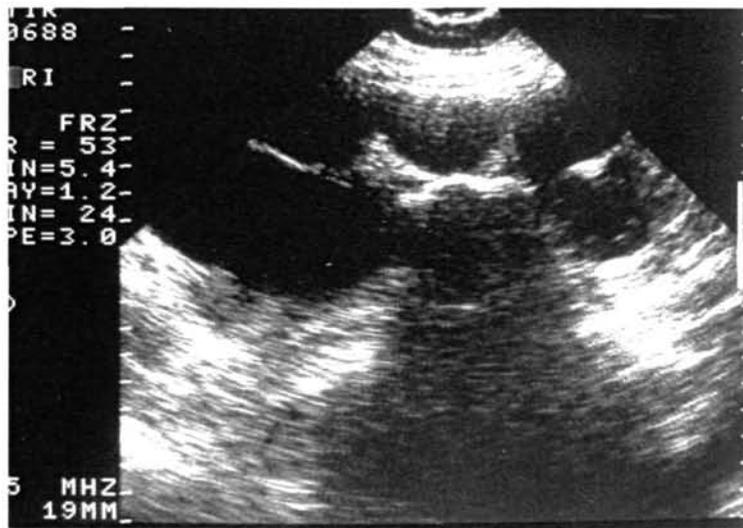


Fig. M-8.- Caso anterior: patrón ecográfico de ectasia severa.

Pielonefritis crónica

Cuando predomina la afectación parenquimatosa de tipo inflamatorio-infeccioso sobre la obstrucción de la vía urinaria, a veces se hace difícil de diferenciarla de la afectación del parénquima por la atrofia hidronefrótica (Figura M-9).



Fig. M-9.- Afectación del parénquima con retracción a nivel de ambos polos sugestiva de pielonefritis crónica.

Anulación funcional renal

Manifestación del último estadio de la permanencia del cálculo. Cuando por la ecografía existan signos de daño parenquimatoso importante (Figura M-9) ó cuando la función renal en la urografía sea pobre ó nula (Figura M-10) se impone en estos casos la valoración de la gammagrafía renal y el renograma isotópico (Figura M-11).



Fig. M-10.- UIV que muestra coraliforme dcho y ausencia de función renal.

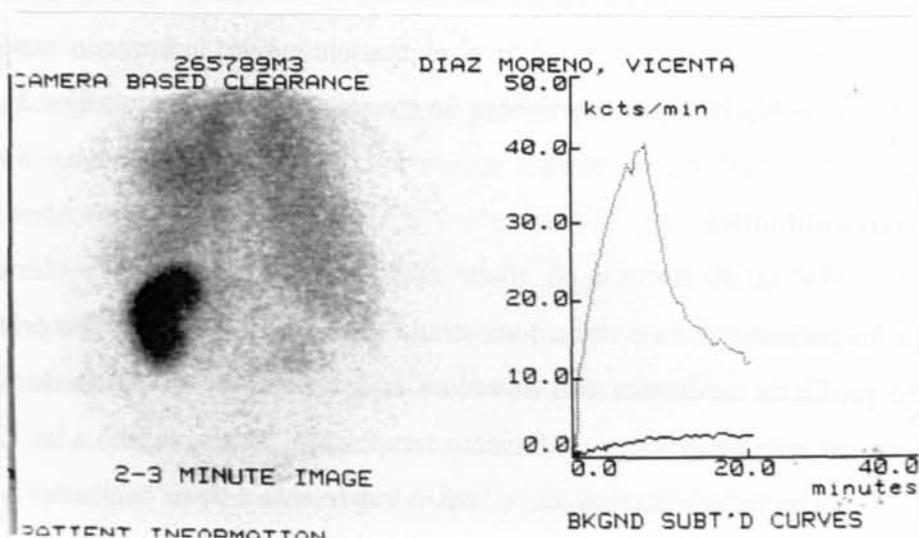


Fig. M-11.- Gammagrafía renal y renograma isotópico del caso anterior con ausencia de representación renal.

4) Valoración anestésica preoperatoria

En todos los pacientes propuestos para tratamiento de litiasis coraliforme se les practicó un estudio preanestésico similar a cualquier paciente quirúrgico.

El estudio incluye un breve resumen de la anamnesis efectuada en la valoración clínica general más aquellos detalles pormenorizados que tuvieran relevancia desde el punto de vista anestesiológico, como son aparato respiratorio, sistema cardiovascular, sistema nervioso, función renal, valoración del riesgo anestésico y criterio anestésico (**hoja de recogida de datos en Apéndice 1**).

5) Información al paciente

A los pacientes se les informó de las medidas generales que deben seguir para el tratamiento (Véase **Apéndice 2 con hoja de preparación del paciente**), especialmente de la dieta sin residuos que debe seguir desde tres días antes del tratamiento para minimizar el contenido intestinal que pudiera interferir con la localización de los cálculos, obtener una buena definición del cálculo en la radiografía preoperatoria que permita su correcta medición con el planímetro y, en el caso de la litotricia extracorpórea por ondas de choque, permitir su focalización en el sistema de localización del litotritor posibilitando su fragmentación.

En todos los pacientes se obtuvo el consentimiento informado autorizando el tratamiento que se les iba a practicar (**hoja de consentimiento en Apéndice 3**).

6) Profilaxis antibiótica

En los pacientes sin bacteriuria demostrada en el protocolo de estudio pretratamiento se realizó profilaxis antibiótica con inyección endovenosa de una dosis de 100 mgr de Tobramicina una hora antes del procedimiento terapéutico, que se repitió a las 12 horas. En los pacientes con bacteriuria demostrada se realizó tratamiento a dosis habituales comenzando tres días antes y administrando el antibiótico según el antibiograma y continuándolo durante 7 días o en función de la evolución clínica.

4.4 PROTOCOLO TERAPEÚTICO

GRUPO 1: LITOTRICIA EXTRACORPÓREA POR ONDAS DE CHOQUE

La aplicación de ondas de choque electrohidráulicas para la fragmentación de cálculos en el aparato urinario, a pesar de tratarse de un método incruento, es dolorosa de tal forma que se hace imprescindible obtener una buena analgesia para llevar a cabo el procedimiento. Si bien con el litotritor Dornier HM3 original la anestesia era imprescindible, bien fuera regional (peridural o intradural) o general, la utilización de grandes reflectores elipsoidales (Dornier HM3 modificado) como en el estudio que nos ocupa disminuye los requerimientos anestésicos pudiéndose aplicar las ondas electrohidráulicas bajo ligera sedación o neuroleptoanalgesia. Hemos preferido sin embargo en todos nuestros pacientes con litiasis coraliforme la anestesia peridural con catéter por tres motivos:

- En 95 pacientes, a partir de los trabajos de Pode de 1988³¹¹, se ha colocado inmediatamente antes a la litotricia un catéter ureteral doble J para impedir la obstrucción ureteral por fragmentos. Esta maniobra endoscópica para su correcta realización requiere por si misma de anestesia que ya es aprovechada así mismo para la litotricia.
- Mantener el catéter peridural permite la realización de una segunda sesión de litotricia a los 4-5 días de la anterior si fuese necesario sin tener que recurrir a una nueva anestesia y con menores molestias para el paciente.
- En el caso de presentarse una complicación en el postratamiento inmediato, por ejemplo, una obstrucción ureteral por fragmentos, el mismo catéter de peridural permite una nueva actuación endoscópica sin reiteración de la anestesia.
- Transcurrido el primer día de la segunda sesión de litotricia de no haberse presentado problemas se retira el mencionado catéter.
- En niños menores de 14 años se ha practicado anestesia general.

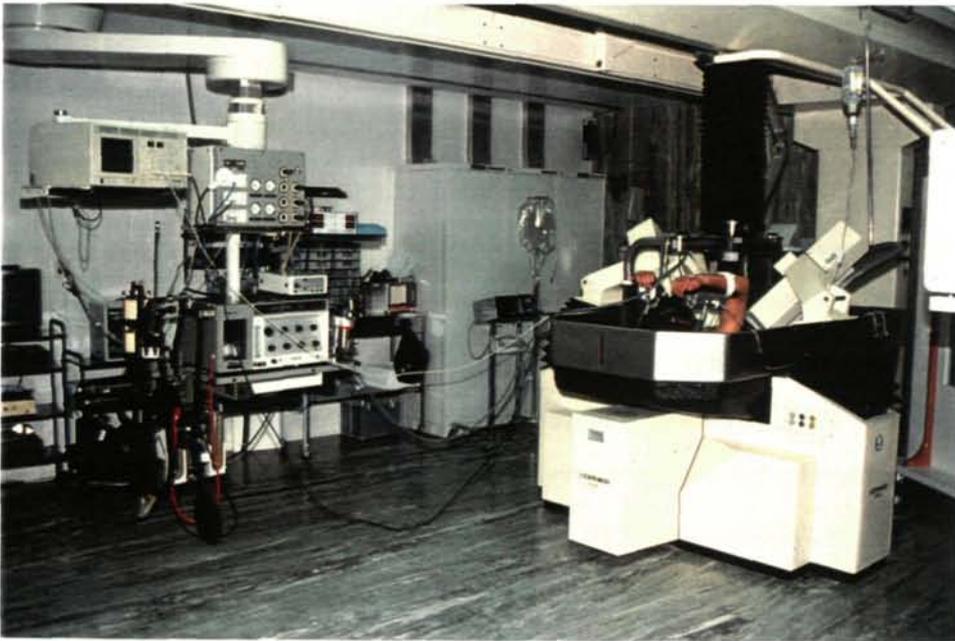


Fig. M-12.- Litotritor extracorpóreo electrohidráulico Dornier HM-3.

El tratamiento de litotricia extracorpórea por ondas de choque (LEOC) se ha realizado mediante el Litotritor Electrohidráulico Dornier HM3 modificado (Figura M-12). Sus elementos fundamentales son:

Generador de ondas de choque

El sistema de generación de ondas de choque está compuesto (Figura M-13) por el generador de impulsos, el electrodo y el reflector elipsoidal. La trayectoria de la descarga eléctrica producida por el electrodo está diseñada de tal forma que se origina exactamente en el foco inferior (F_1) del reflector elipsoidal. La energía eléctrica requerida es suministrada por un generador de impulsos que actúa por medio de un interruptor acoplado con el ECG, los impulsos son sincrónicamente disparados con la onda "R" de las señales provenientes del monitor de ECG y originan la descarga eléctrica entre los extremos del electrodo, a modo de un arco voltaico, y el agua de la zona del arco se evapora produciendo una explosión. La onda

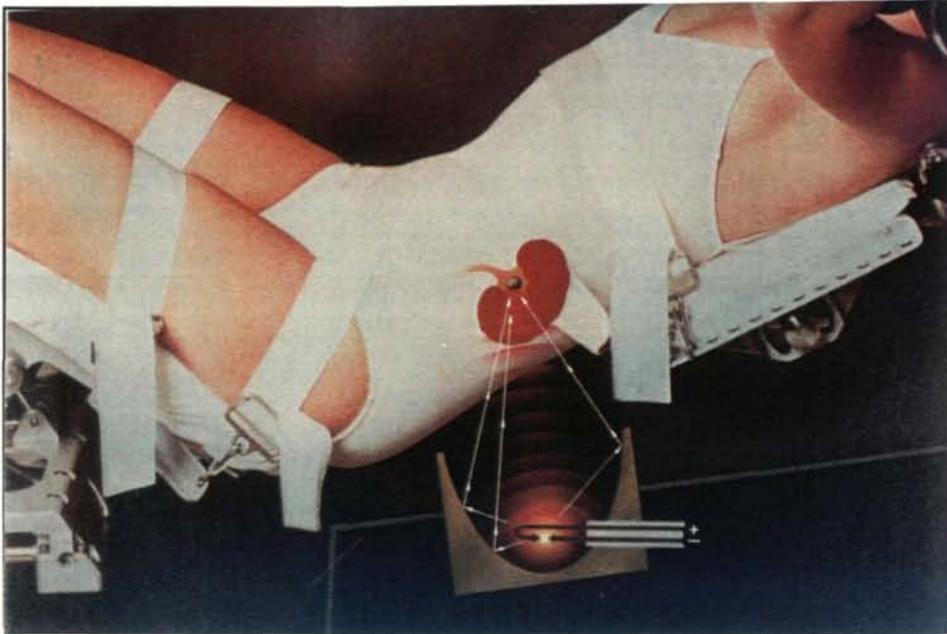


Fig. M-13.- Esquema de los componentes del sistema generador de ondas de choque.

de choque así producida es reflejada por el reflector elipsoidal (Figura M-14), siendo concentrada en el foco superior (F_2) donde deberá estar posicionado el cálculo renal.

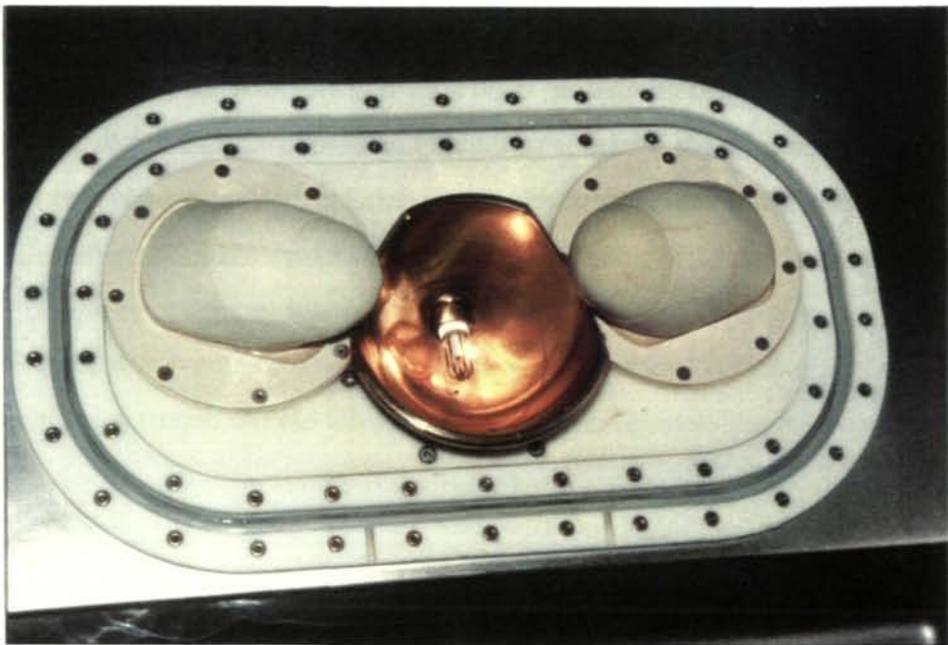


Fig. M-14.- Reflector elipsoidal de las ondas de choque.

Depósito acoplador y bastidor

El líquido acoplador (agua desgasificada y descalcificada) se encuentra en un depósito o "bañera" de acero inoxidable que dispone de conexiones de llenado y vaciado así como de los dispositivos de fijación para facilitar la anestesia. En el fondo del depósito se encuentra el reflector elipsoidal y las ventanillas para el paso de los rayos X. Unos sensores térmicos miden la temperatura del agua de llenado y del recipiente propiamente dicho.

El generador de ondas de choque y la "bañera" se encuentran montados sobre un bastidor que aloja además del sistema de suministro eléctrico, el sistema hidráulico, el sistema de conexión del agua, y el sistema de localización.

Sistema de localización

Está formado por un equipo de rayos X biaxial y dos sistemas amplificadores de imagen (Figura M-15). Los dos tubos de rayos X son solidarios con el bastidor del litotritor, dirigiendo sus haces de rayos en un ángulo de 50° a través de las ventanillas del fondo del depósito. Ambos haces se cortan en el punto de reflexión (F_2) del semielipsoide. Los amplificadores de imagen se mueven dentro de la trayectoria de rayos X, para ajustar la distancia al paciente son desplazados mediante fuerza motriz a lo largo del trayecto del haz correspondiente. Un sistema de seguridad desconecta los motores cuando los amplificadores contactan con el paciente, impidiendo que molesten al paciente.

Las imágenes radiológicas se transmiten a dos monitores dotados de un retículo óptico gracias a los cuales se determina la posición exacta del cálculo dentro del punto focal F_2 .

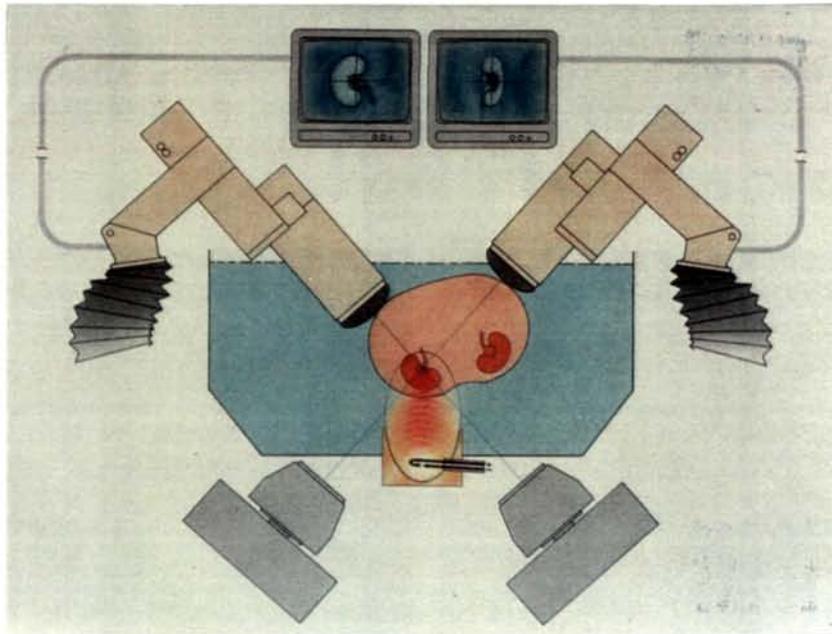


Fig. M-15.- Sistema biaxial de Rayos X para localización del cálculo.

Dispositivo para colocación del paciente

El paciente es situado sobre una camilla (Figura M-16) que permite acomodarlo adecuadamente con respecto a sus condiciones anatómicas. La camilla es ajustable para poder adaptarla a diferentes tamaños y para el tratamiento de ambos riñones. Para que el paciente no resbale o flote en el agua es sujetado mediante unas correas a la misma.



Fig. M-16.- Dispositivo para colocación del paciente.

El desplazamiento de la camilla hasta el depósito acoplador se realiza manualmente. La ubicación propiamente dicha, es decir, los movimientos vertical, longitudinal y transversal, son llevados a cabo desde una consola de mando que actúa sobre un sistema hidráulico sumamente sensible (Figura M-17). Si se precisara por alguna emergencia médica, el paciente puede ser elevado rápidamente para sacarlo de la bañera.



Fig. M-17.- Consola de mandos del sistema de litotricia Dornier HM-3.

Sistema hidráulico

El sistema hidráulico para el posicionamiento del paciente está formado por un cilindro telescópico suspendido para el movimiento vertical y por dos cilindros horizontales para los movimientos longitudinal y transversal. Además, está compuesto por los elementos de control y el grupo hidráulico instalado fuera de la sala de tratamiento. El grupo hidráulico comprende las bombas, el tanque, el acumulador hidráulico y el sistema de tuberías. Los cilindros hidráulicos y los elementos de control del sentido y velocidad de movimientos están instalados en los rieles cruzados.

Sistema depurador de agua

Está compuesto por el descalcificador y el desgasificador, instalados fuera de la sala de tratamiento.

Para lograr una transmisión óptima de la energía de choque a través del agua, esta debe estar desgasificada y descalcificada. El depurador prepara y acondiciona el agua, pudiéndose regular la temperatura del agua según se requiera.

El agua tratada llega a la bañera impulsada por una bomba. El tiempo de vaciado y llenado de la bañera entre dos tratamientos es de aproximadamente 30 minutos.

Método de aplicación del tratamiento

El paciente anestesiado, como ya se ha dicho generalmente bajo anestesia epidural y realizada la maniobra endoscópica de colocación del catéter ureteral doble J si era pertinente, se coloca sobre la camilla, acomodándolo adecuadamente a sus condiciones anatómicas, intentando lograr la máxima comodidad y colaboración activa. La posición es un poco peculiar: en decúbito supino, semisentado, con las piernas en flexión y los hombros en ántero-versión, brazos en flexión y zona lumbar suspendida para permitir el paso de los rayos X y ondas de choque. Se fija el paciente con unas correas para evitar los cambios de posición durante la realización del tratamiento (Figura M-18).

Después, se desplazan la camilla y el paciente hasta introducirlos dentro del depósito acoplador que está lleno de agua descalcificada y desgasificada. Se sumerge al paciente hasta debajo de las clavículas cubriendo el agua la totalidad del cuerpo excepto cabeza, cuello y brazos.

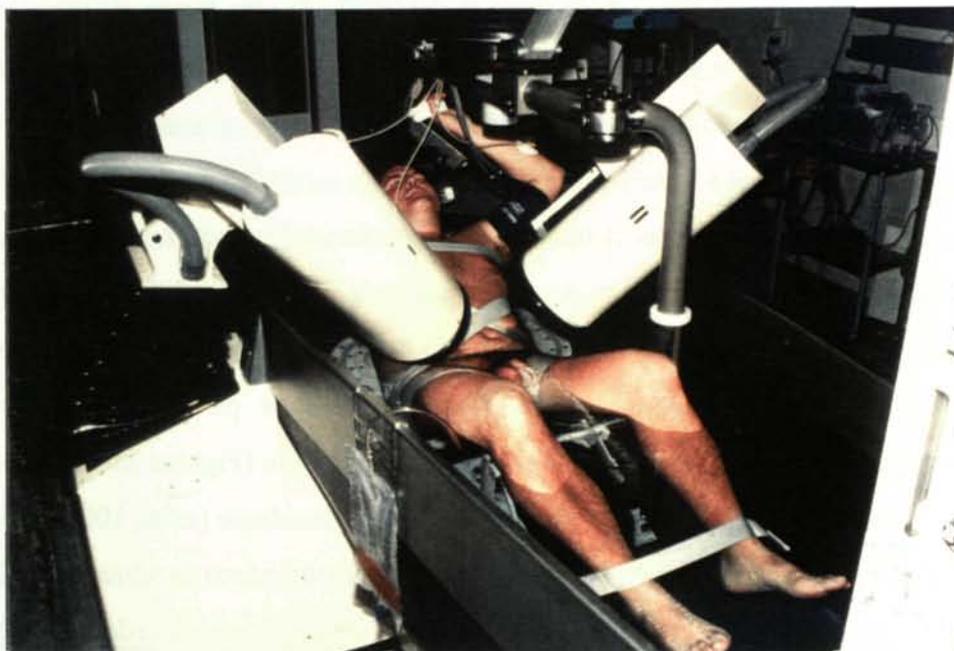


Fig. M-18.- Visión del paciente durante la realización del tratamiento.

Una vez introducido el paciente dentro del recipiente el cálculo es localizado mediante un sistema biaxial de rayos X, cuyos ejes centrales se interseccionan en el punto focal F_2 del reflector elipsoidal. El cálculo debe quedar fuera del campo visual de la columna vertebral para poderlo focalizar correctamente, ello obliga en ocasiones a oblicuar ligeramente el paciente hacia el riñón afecto. La imagen radiológica es transmitida a dos monitores que permiten un control permanente de la situación del cálculo y del proceso de desintegración.

Una vez localizado el cálculo, desde el panel de mandos y a través de un sistema electrohidráulico muy sensible, se moviliza la camilla y el paciente hasta colocar el cálculo renal en el punto focal F_2 , es decir en el punto focal exterior del reflector elipsoidal.

Durante el tratamiento se monitoriza el ECG y la frecuencia cardíaca. El generador dispara cada onda de choque en el período refractario del ECG con el fin de que no se produzcan extrasístoles cardíacas. Es decir, cada onda de choque es disparada 170

milisegundos después del inicio de la onda R del ECG, de esta forma al entrar la onda de choque en el organismo el ciclo cardíaco se encuentra en período de repolarización o refractario absoluto con lo que no se producen extrasístoles.

Colocado el cálculo en el punto focal exterior del reflector elipsoidal se inicia la aplicación de las ondas de choque. Aproximadamente cada 100 o 200 ondas de choque se realiza un control radiológico para valorar el grado de fragmentación y comprobar la correcta localización. Se aplican las ondas de choque necesarias para conseguir una buena fragmentación no sobrepasando los 3000 disparos por sesión (Figuras M-19 y M-20a y b). Durante el tratamiento se perfunden líquidos de forma abundante (entre 1000 y 1500 cc dependiendo de la edad, peso y enfermedades asociadas), así como se administran 250 cc de Manitol al 10 % por su efecto osmótico extracelular, de reducción del edema celular que disminuya los efectos adversos de las ondas de choque sobre el parénquima renal, y favorecedor de la diuresis osmótica que arrastre fragmentos calcúlosos y evite la formación de coágulos en el interior de la vía urinaria.

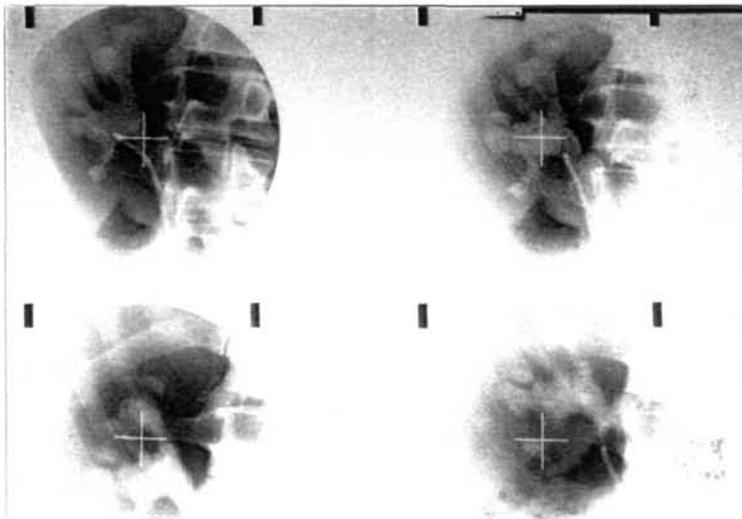


Fig. M-19.- Proceso de fragmentación de un cálculo coraliforme durante la LEOC.

Una vez aplicado el tratamiento se saca al paciente del litotritor y se le mantiene en observación durante una hora. Si al cabo de ésta las constantes son normales comienza la ingesta hídrica e iniciada la deambulaci3n se le retira la perfusi3n endovenosa insisti3ndole en la movilizaci3n y la ingesta hídrica no inferior a 3000 cc cada 24 horas a fin de eliminar m3s r3pidamente los fragmentos. Si presentara c3lico renal se trata con analg3sicos comunes. De existir infecci3n en el urocultivo previo al tratamiento se prosigue la administraci3n del antibi3tico pautado en la preparaci3n del tratamiento.

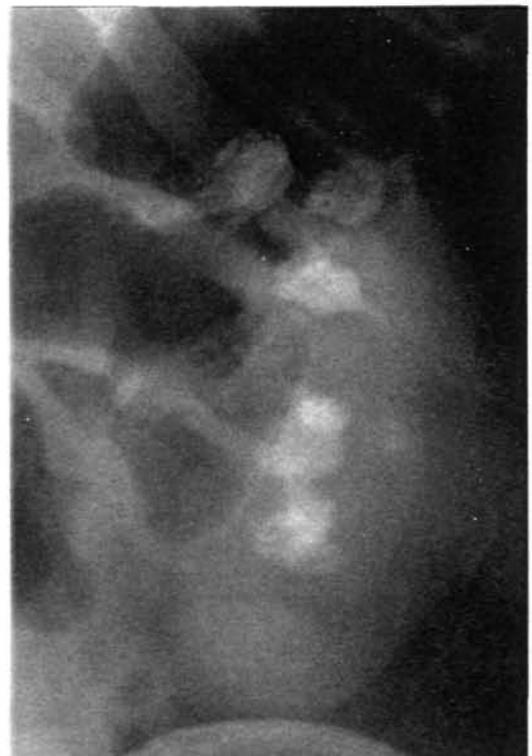


Fig. M-20a y b.-C3culo íntegro (a) y despu3s de una sesi3n de LEOC con fragmentaci3n completa del mismo (b).

GRUPO 2: NEFROLITOTOMIA PERCUTÁNEA

Bajo anestesia preferentemente epidural, general en niños de menos de 14 años, colocamos al paciente en decúbito prono con elevación de la zona lumbar mediante un rodillo o bolsa de suero fisiológico de 3 litros de las usadas para irrigación, o bien aprovechando el sistema mecánico de la mesa (Figura M-21).



Fig.- M-21.- Posición del paciente para la práctica de una NLP.

Previamente se le ha practicado una cistoscopia con colocación de catéter ureteral de grueso calibre (7 u 8 Fr) solidario a una sonda Foley común para control de diuresis.

Mediante dicho catéter se rellena la vía urinaria con contraste yodado teñido con azul de metileno y se punciona el cáliz elegido, generalmente el inferior, mediante aguja de Chiva nº 22 G. Comprobada la idoneidad de la punción mediante el sistema fluoroscópico del arco en C, se introduce hasta dicho cáliz y de forma paralela a la anterior una aguja teflonada del número 18 o 16 G. Por su luz colocamos una guía flexible de las usadas en angiorradiología de 0.035 pulgadas (guía de Lunderquist) de diámetro y extraemos ambas agujas. Tras practicar a nivel de piel una incisión de 1 cm que ha de interesar hasta la aponeurosis se

introduce por fuera de la guía la varilla metálica de los dilatadores de Alken. Se prosigue la dilatación progresiva con estos dilatadores telescópicos hasta introducir el más grueso de ellos (Figura M-22a y b).

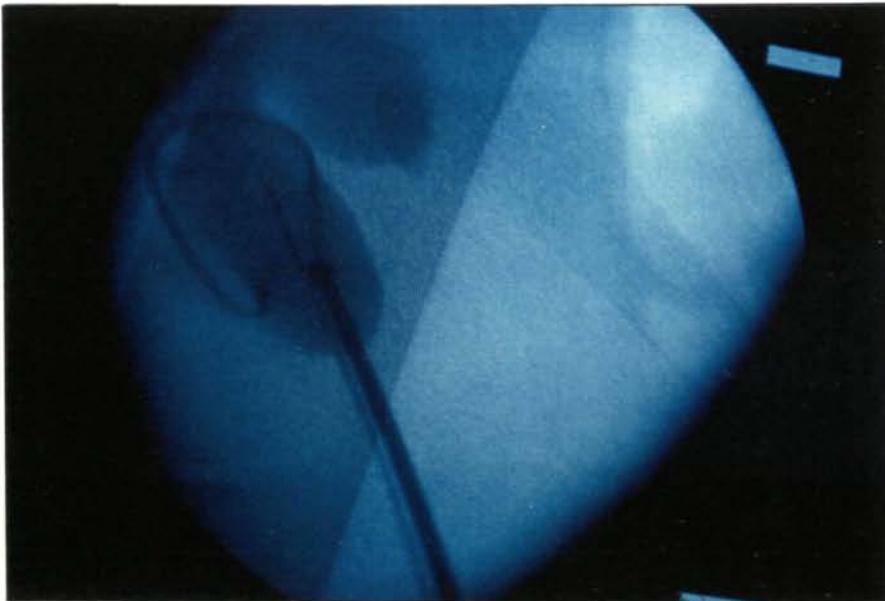


Fig. M-22a y b.- Imágenes externa (a) e interna (b) del proceso de dilatación progresiva del tracto de nefrostomía.

Por fuera de los dilatadores metálicos ensamblados, y siempre bajo control fluoroscópico, colocamos un tubo de Amplatz del calibre 28 Ch y se extrae el conjunto de los dilatadores metálicos dejando la guía flexible fija al campo quirúrgico durante todo el procedimiento, como seguridad de no perder el trayecto.

Usando como líquido irrigador suero fisiológico se introduce a través del Amplatz, y manteniendo siempre la guía de seguridad, el nefroscopio, que se topa con la piedra a la entrada del cáliz inferior ya que este siempre está ocupado, a veces para visualizar el cálculo es necesario extraer algún coágulo formado durante la punción y dilatación del riñón. Se comienza la destrucción (Figura M-23) con ultrasonidos (Storz[®]) del bloque calculoso que ocupa el cáliz inferior extrayendo fragmentos a medida que se van formando para mantener el campo visual más limpio. Se prosigue la fragmentación por el bloque piélico (Figura M-24) teniendo como referencia el catéter ureteral y se continúa por los infundíbulos calicilares medios y superior hasta donde alcancen el nefroscopio y la broca de ultrasonidos. Terminada la litorreducción calculosa se coloca una sonda de Couvelaire del número 22 Ch por dentro del Amplatz y comprobada su correcta ubicación se retiran Amplatz y guía de seguridad y se fija la sonda a piel (Figura M-25).

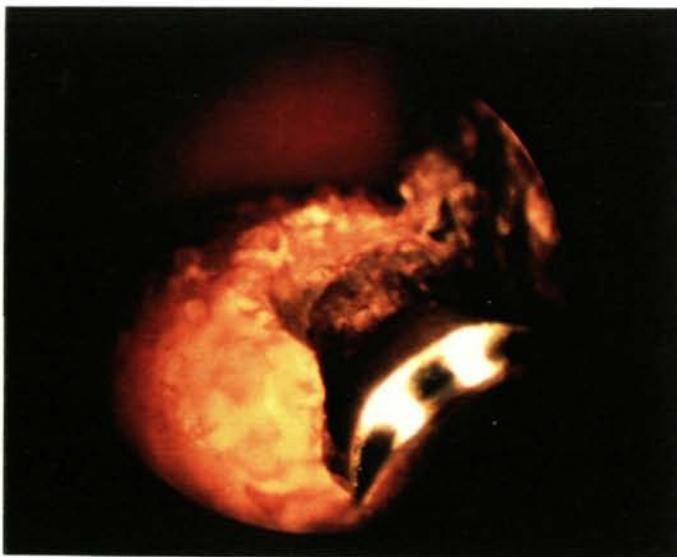


Fig. M-23.- Imagen endoscópica del proceso de desintegración ultrasónica.

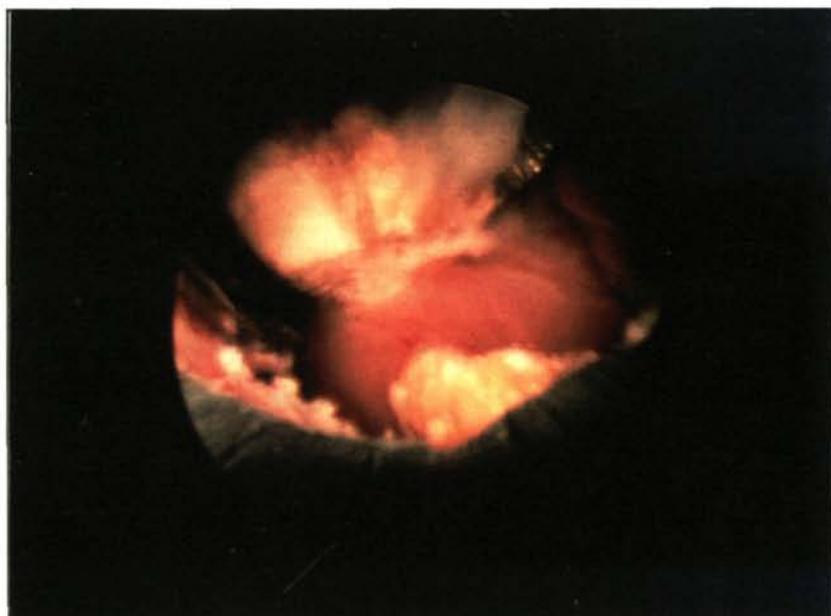


Fig. M-24.- Extracción con pinzas de los fragmentos de la litotricia.

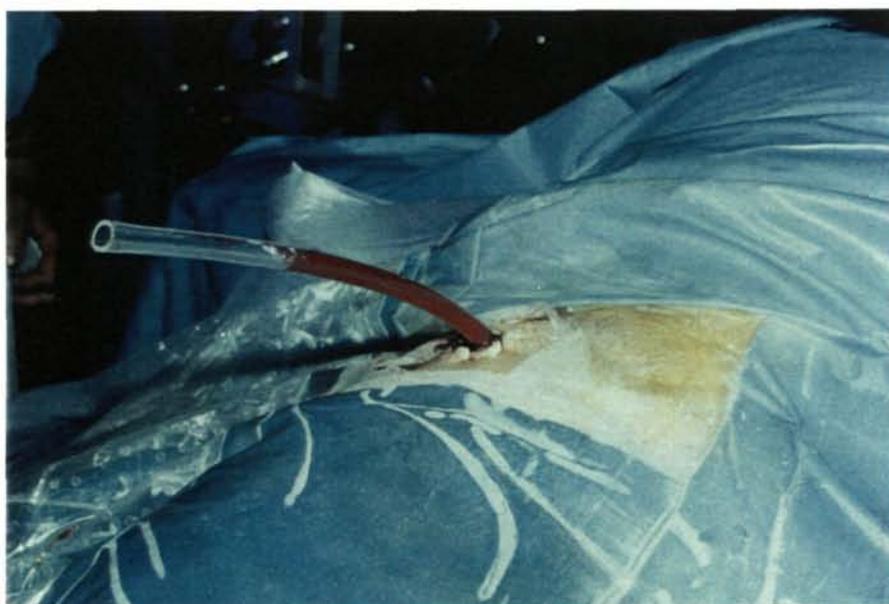


Fig. M-25.- Colocación de sonda de nefrostomía tras la nefrolitotomía percutánea.

Se mantiene sueroterapia durante 24 horas en que se comienza la movilización e ingesta y se trata la infección urinaria si la hubiera de forma similar a la litotricia.

GRUPO 3: CIRUGÍA

En todos los pacientes intervenidos quirúrgicamente la anestesia ha sido general. Una vez anestesiado el paciente se cateteriza la vejiga con una sonda de Foley para control de la diuresis. Después, es colocado en decúbito lateral, la extremidad contralateral al riñón a operar en flexión y la ipsilateral en extensión, entre ambas una almohadilla. El riñón protuye hacia la superficie accionando el pillé o el mecanismo de apertura de la mesa de forma que el paciente queda angulado a nivel de la fosa lumbar y completamente fijo a la mesa operatoria mediante dos cintas de esparadrapo ancho (Figura M-26).



Fig. M-26.- Posición del paciente en la lumbotomía oblicua.

La vía de abordaje ha consistido en la lumbotomía oblicua sobre la XII costilla con resección subperióstica de la misma lo que agranda considerablemente el campo quirúrgico, facilita la correcta liberación renal y la realización con comodidad de controles radiológicos peroperatorios (Figura M-27). La lumbotomía así efectuada secciona en su extremo posterior fibras del dorsal ancho y del serrato postero-inferior terminando en la masa sacrolumbar que

se respeta y constituye el límite posterior de la incisión. Por delante se incide el músculo oblicuo mayor en la dirección de sus fibras, el oblicuo menor perpendicularmente y el transversario y su aponeurosis transversales, es decir, en su misma dirección. Es aconsejable respetar el XI nervio intercostal.



Figura M-27.- Inicio de la lumbotomía oblicua, plano cutáneo.

Las técnicas quirúrgicas empleadas en la extracción de la litiasis se recogen en la Tabla M-IV y son explicadas en detalle a continuación.

TABLA M-IV.- TIPOS DE CIRUGÍA. UNIDADES RENALES OPERADAS	
Pielolitotomía ampliada	15
Pielolitotomía ampliada + nefrotomía/s	11
Nefrolitotomía anatómica	6
Nefrectomía	12

Pielolitomía

Se han intervenido por esta técnica 15 unidades renales. La vía que se ha utilizado de acceso al seno renal es la intrasinusal extracapsular descrita por Gil-Vernet en 1960.

Una vez abierta la celda renal se procede a la liberación del riñón y se practica una primera radiografía de contacto que complementará la representación obtenida de las placas preoperatorias para decidir la apertura del seno renal de acuerdo con la morfología obtenida. Se libera la pelvis renal, de existir mucha peripelitis partiendo del uréter lumbar en dirección ascendente, del tejido adiposo que la rodea con disección roma y siempre en el plano existente entre la adventicia piélica y el tejido fibroadiposo, con mayor o menor componente esclerolipomatoso, hasta seccionar el diafragma capsular que permite la entrada al sinus (Figuras M-28) y exponer de forma generosa el seno renal mediante dos separadores palpebrales quedando a la vista la totalidad de la pelvis y los infundíbulos calicilares, y protegiendo a su vez la rama retropiélica de la arteria renal. Se completa la disección una vez colocados los separadores palpebrales mediante la introducción cuidadosa de una gasa pequeña desplegada y mojada. Además, los separadores basculan el eje renal 45° ofreciéndose la cavidad excretora renal a los ojos del cirujano (Figura M-29).

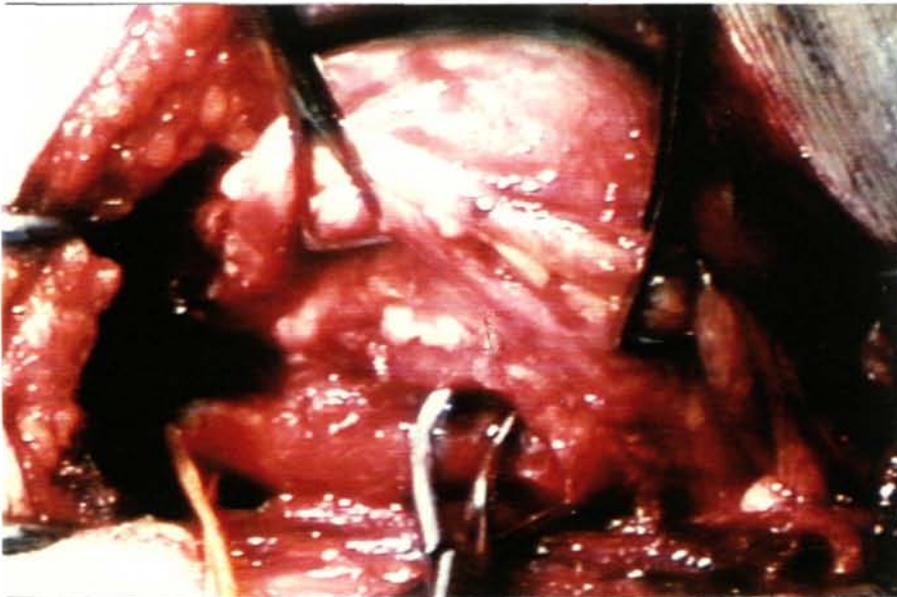


Fig. M-28.- Disección roma entre la adventicia y el tejido fibroadiposo peripiélico.

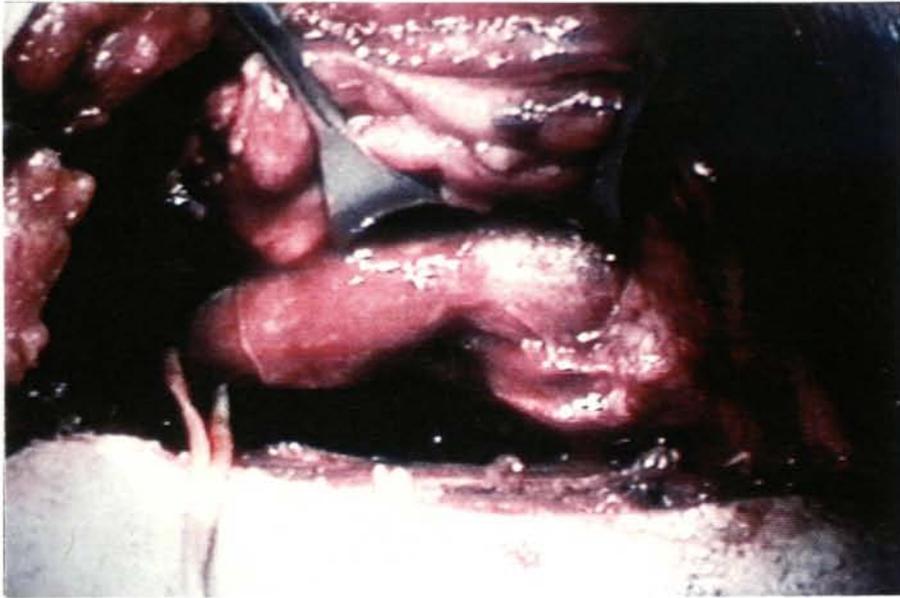


Fig. M-29.- Exposición del seno renal mediante separadores palpebrales.

Liberado el seno renal se practica la pieloinfundibulotomía arqueada, variable en su forma según la del bloque calcuoso piélico (Figura M-30), siempre será de todas formas longitudinal en el infundíbulo superior, transversal en la pelvis y nuevamente longitudinal sobre el infundíbulo inferior. Los colgajos de pelvis resultante no deben manipularse con el fin de evitar su traumatismo y necrosis.

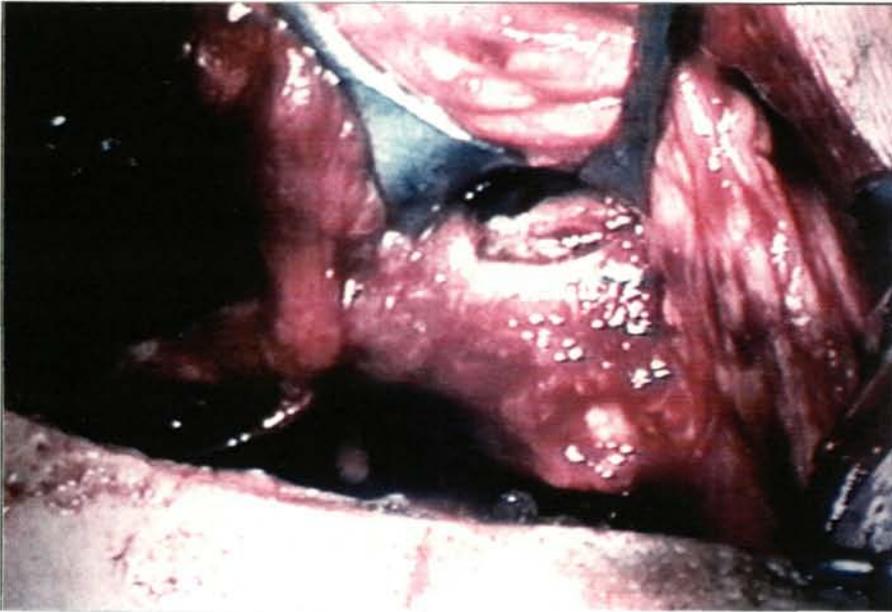


Fig. M-30.- Pieloinfundibulotomía arqueada.

Se comienza la extracción del cálculo luxando el vértice piélico con la ayuda de un disector y se prosigue la extracción del cálculo de acuerdo con la representación espacial del mismo obtenido de la radiología preoperatoria. En general se luxará primero la rama más corta o aquella que parezca más fácil y una vez conseguido se proseguirá traccionando de la restante a la vez que aplicando suaves movimientos de rotación en uno y otro sentido. Lo más frecuente es que la extracción no sea completa y si el cálculo no se fractura espontáneamente hacerlo de forma deliberada para no lesionar la vía urinaria con la extracción, a nivel de alguno de los infundíbulos calicilares (Figura M-31a y b). Los fragmentos restantes pueden extraerse a través de los mismos cuellos calicilares muchas veces con dilatación suave de los mismos.

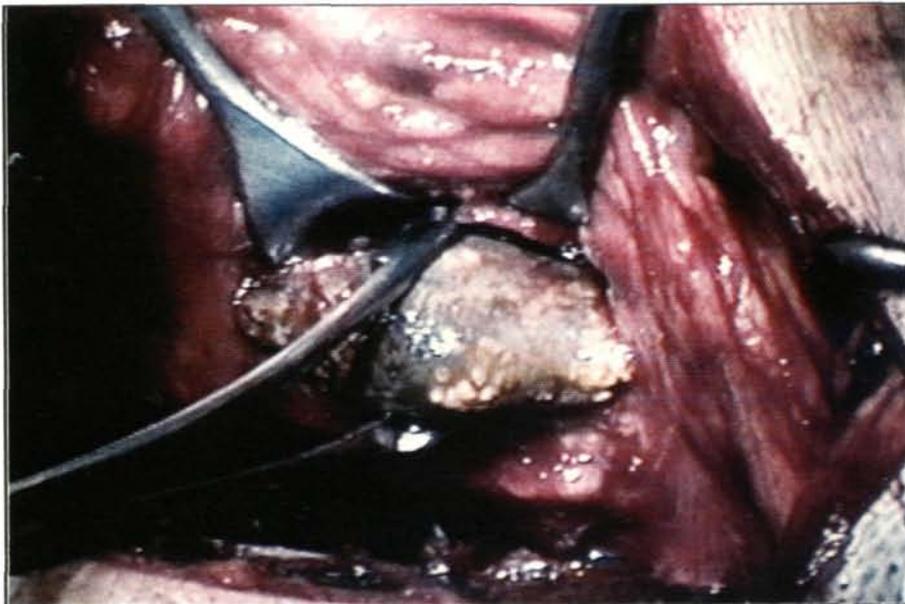
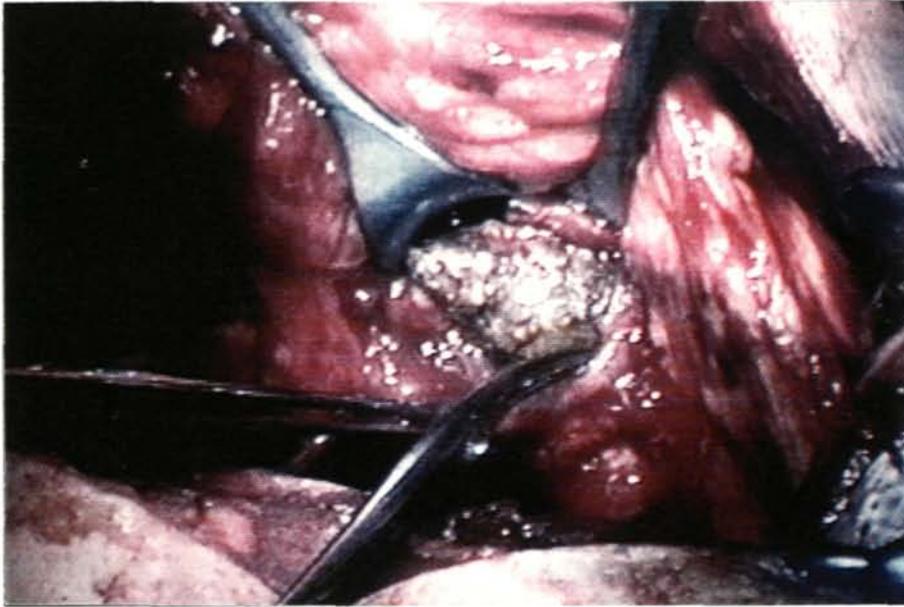


Fig. M-31a y b.- Extracción del cálculo.

Cuando reconstruido el cálculo sobre una mesa auxiliar se tiene la sensación de haberlo extraído en su totalidad se practica una radiografía simple de contacto de comprobación que prácticamente siempre evidencia la existencia de restos calculosos. Para localizarlos en una

u otra valva renal, anterior o posterior, se pueden utilizar clips metálicos o agujas de referencia. Si los cálculos por su tamaño no son extraíbles por los infundíbulos o están ubicados en cálices secundarios de difícil acceso a través de la pelvis, hay que proceder a la práctica de nefrotomías complementarias como luego se explicará.

Comprobada la ausencia de restos calculosos mediante radiología peoperatoria se procede al lavado a presión de las cavidades calicilares y a la comprobación de la correcta permeabilidad ureteral. El drenaje de la vía urinaria queda asegurado mediante la colocación de una sonda de nefrostomía mínima o un catéter ureteral de doble J. La vía urinaria se sutura mediante material reabsorbible, catgut o dexon, del número 5/0., procurando que la sutura sea extramucosa para minimizar las fistulas.

Pielolitotomía más nefrotomía/s

Una vez realizada la pielolitotomía ampliada si los restos calculosos no pueden ser extraídos a través de los cuellos calicilares por existir una desproporción de tamaño, o bien cuando se encuentran alojados en una cavidad calicilar cubierta por una fina capa de parénquima renal, o cuando el infundíbulo para llegar a él es muy largo o estrecho, o bien cuando se encuentran alojados en cálices de segundo orden es necesario recurrir a la nefrotomía o nefrotomías para completar la limpieza del cálculo. Por esta técnica se han intervenido 11 cálculos.

Las nefrotomías deben ser radiales, lo más pequeñas posibles y practicadas sobre la porción más periférica del cáliz a fin de evitar la lesión de las arterias interlobares. La arteria renal debe ser clampada con un clamp de bulldog recubierto por goma para que la atricción de la arteria sea menor. La isquemia en este tipo de nefrotomías es breve pero de todas formas debe protegerse el riñón administrando Manitol 15 o 20 minutos antes del clampaje, la diuresis osmótica así producida protege al riñón de la isquemia, como luego se explicará con más detalle.