

Alternatives a la cirurgia de la litiasi

per Xavier Ruiz, Lluís Ibarz,
Glòria Trias

La urolitiasis és una malaltia freqüent entre la població humana i, la litiasis constitueix entre el 25% i el 30% de les actuacions quirúrgiques de l'uròleg. El present article ens introdueix a un sistema d'eliminació de les pedres de ronyó mitjançant ones de xoc per via extracorpòrea que destrueix els càlculs per poder ser eliminats més fàcilment.

Francisco Javier Ruiz Marcellán (Zaragoza, 1945), doctor en medicina especialitat en urologia.

Lluís Ibarz Servio (Zaragoza, 1953), llicenciat en medicina especialitzat en urologia.

Glòria Trias, metge analista.

Tots tres treballen al Centre Mèdic de Litiasis Renal de la Fundació Caixa de Pensions. El Dr. Ruiz Marcellán en qualitat de Cap Mèdic, el Dr. Ibarz com a metge adjunt i la Dra. Trias n'és la directora del centre.

La urolitiasis és una malaltia freqüent en la població humana. La revisió bibliogràfica internacional ens mostra que, actualment, la incidència de la litiasi entre diferents poblacions oscil·la entre 2,5 i 13,7%¹.

El 35% de totes les urgències urològiques són degudes a còlics renals. La majoria són petites concrecions calculoses que s'expulsen espontàniament. Això no obstant, la litiasi constitueix entre el 25 i el 30% de les actuacions quirúrgiques de l'uròleg. Aquest fet el corrobora la informació obtinguda de 358 hospitals alemanys, que el 1976 practicaren 49 750 intervencions quirúrgiques per litiasi urinària².

La litiasi s'agreuja quan s'hi afegeix la situació de reincidència, i s'arriba a límits més perillosos si es produeix una infecció i els bacteris ureàsics desencadenen el càlcul monobloc de la cavitat renal. Aquesta circumstància desemboca, a vegades, en la greu i onerosa situació de la insuficiència renal o en el xoc sèptic.

A curt termini, el problema de la litiasi quirúrgica i recurrent es pot resoldre parcialment trobant alternatives a la cirurgia. En aquest sentit, en les darreres dècades s'han investigat i desenvolupat diferents mètodes: la litolisi per rentat de la cavitat renal amb diferents substàncies químiques, la litotripsia electrohidràulica, la litotripsia per ultrasons, la litotripsia per làser i l'endourologia, amb resultats diversos, com succintament exposarem.

Un nou mètode de litotripsia extracorpòrea per ones de xoc, desenvolupat per Ch. Chaussy a Alemanya,

ens ha obert l'esperança de reduir el trauma quirúrgic d'una malaltia, de la qual, d'antuvi, no creiem que la terapèutica se centri en la cirurgia.

A llarg termini opinem que l'estudi exhaustiu i progressiu de la litogènesi, amb les terapèutiques profilàctiques desenvolupades en les unitats de litiasi, en un esdevenidor no gaire llunyà, ens ajudaran a eliminar la greu situació de la recurrència, la infecció, la litiasi greu i, per tant, la lesió irreversible del parènquima renal.

Litotripsia extracorpòria mitjançant ones de xoc

Ch. Chaussy, de l'Hospital Universitari de Munic, en col·laboració amb la casa Dornier System, ha posat en marxa un nou mètode no invasiu de litotripsia extracorpòria^{1,12}.

Nous resultats en el camp de la física obtinguts per Hansles^{10,11} i Hamman⁹, han fet possible la destrucció dels càlculs a distància mitjançant l'aplicació d'ones de xoc d'alta energia^{6,7}.

El litotriptor Dornier origina les ones de xoc per descàrregues elèctriques sota l'aigua, les quals convergeixen focalment en el càlcul renal desviades per un reflector el·lipsoidal.

A causa de la semblança de les característiques acústiques de l'aigua i dels teixits orgànics, quasi no hi ha pèrdues d'energia en entrar el front d'ones de xoc en el cos.

La situació del càlcul renal en l'organisme queda determinada amb precisió gràcies a un sistema de raigs X biaxial.

Quan l'ona de xoc arriba al pla límit entre el teixit orgànic i el càlcul renal, i torna al teixit orgànic, una part de l'ona de xoc és reflectida. La destrucció selectiva del càlcul renal es basa en el fet que en el punt d'entrada del front d'ones s'originen forces de compressió, mentre que en el cantó oposat i per la inversió de fase durant la reflexió, s'originen forces de tracció. L'impuls de les ones, de poquíssima durada (aproximadament 0,5 microsegons) i amb una amplitud de pressió que arriba a uns quants Kbar, sobrepassa per un petit lapse de resistència a la compressió i a la tracció del material mineral, molt trencadís, del càlcul, i el fragmenta en petites partícules que són eliminables espontàniament per la via urinària.

El teixit orgànic circumdant del càlcul no sofreix cap mena de dany per l'ona de xoc, gràcies a la seva elasticitat⁴.

Ones de xoc i ultrasons

Nombrosos estudis han reflectit les característiques i els efectes dels ultrasons en medicina; hi ha grans diferències entre aquests i les ones de xoc.

Quan es comparen tot dos tipus d'ona en un diagrama (fig. 1) s'observa que les ones de xoc tenen un pic únic i més alt, amb una davallada gra-

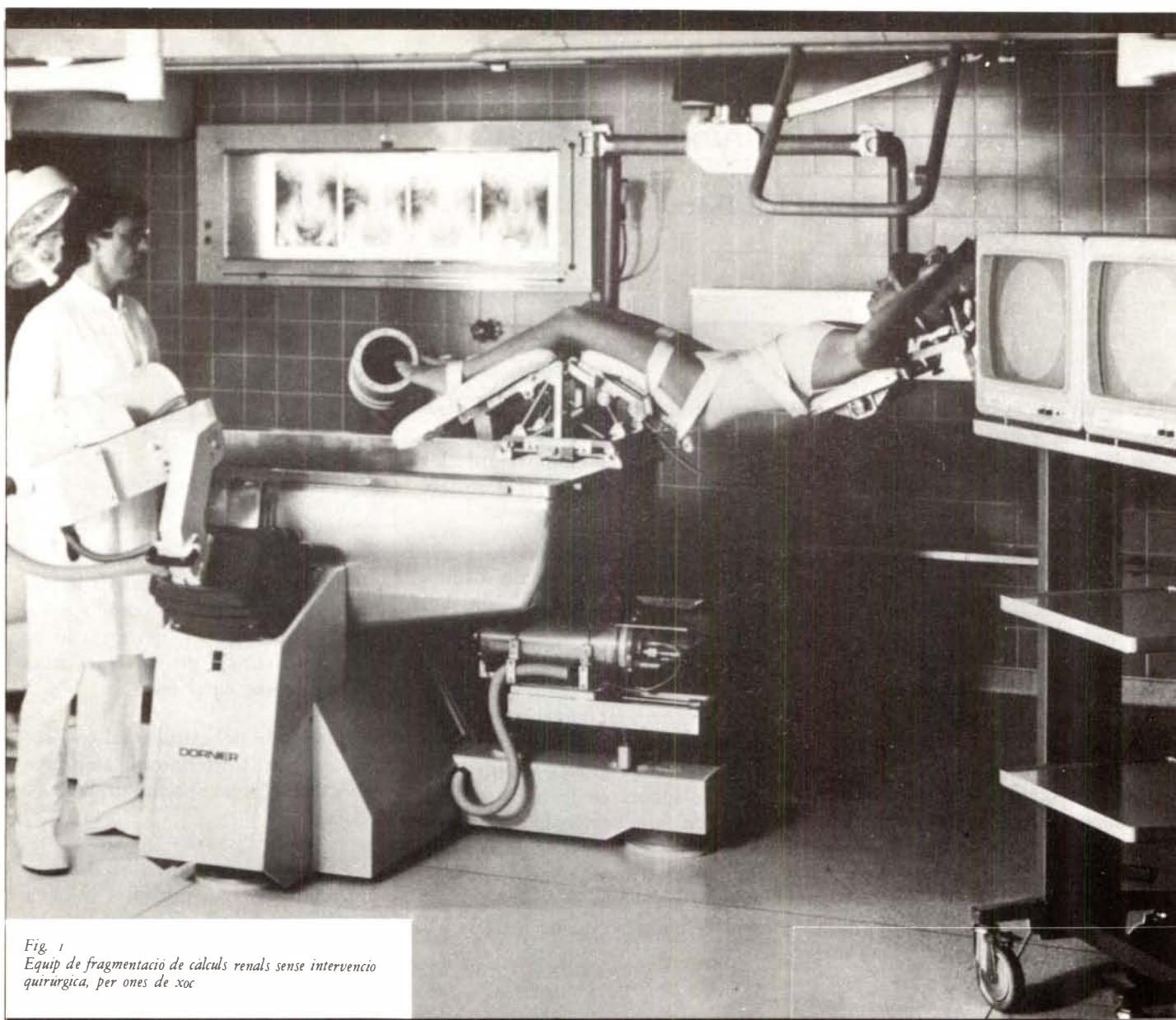


Fig. 1
Equip de fragmentació de càlculs renals sense intervenció quirúrgica, per ones de xoc

dual. Els ultrasons, en canvi, tenen unes ones sinusoidals amb variació de pressió i alternen la compressió i la tensió⁶.

A més, el seu espectre de freqüència és diferent. Els ultrasons tenen una freqüència ben definida i uniforme, mentre que les ones de xoc es componen d'un espectre d'alta i baixa freqüència. Aquest efecte d'ambdues ones es pot observar quan es transmeten a través dels materials. De bon principi, es pot dir que en la transmissió a través dels materials biològics la part d'alta freqüència de l'ona s'atenua més que la de baixa freqüència⁸. Per tant, la profunditat de penetració de les ones de xoc és més gran.

Per l'efecte de la força frenada al llarg de la seva transmissió en els materials, a causa de la prolongada exposició, en els ultrasons es produeix una degradació cel·lular per efecte de l'absorció, que s'expressa com una degradació termal¹³. Aquest fenomen no s'esdevé amb les ones de xoc.

A) Fonaments tècnics. Dades experimentals

A.) **Fonament físic:** Quan la pressió d'ona entra en contacte amb una interfase, canvia la impedància del so, de tal manera que la fase de compressió o la fase de tensió es reflecteixen segons la qualitat acústica d'aquesta interfase. En el punt on la pressió d'ona depassa la resistència del material, es produeix la destrucció mecànica. En aquesta definició teòrico-física donada per Schall¹⁴ recolza el concepte utilitzat per a la destrucció de càlculs renals. El procés de destrucció s'esquematitza en la figura 2.

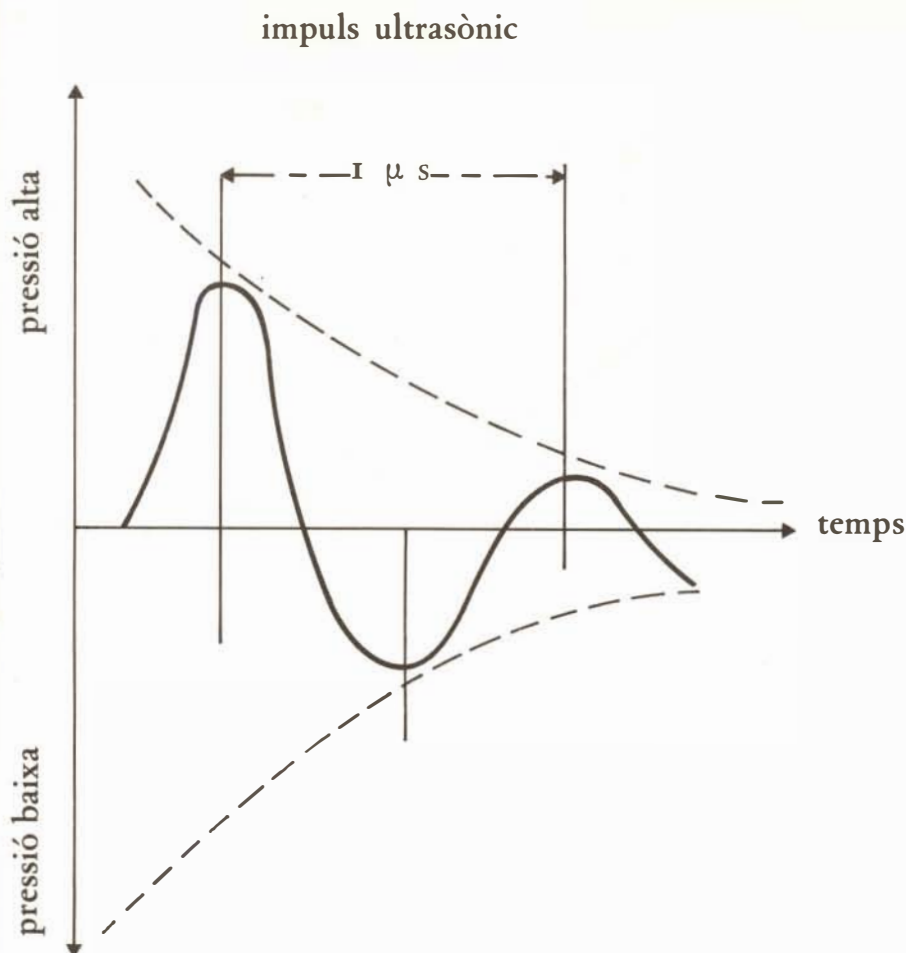
Una ona de xoc generada externament entra en el cos i es propaga sense interferències perquè virtualment no hi ha diferència entre la impedància acústica de l'aigua i la del teixit humà. En la interfase teixit-càlcul, per la reflexió parcial de l'ona de

xoc, s'estableix una càrrega d'alta pressió que destrueix el càlcul en la zona A; l'ona transmesa és reflectida en la cara oposada amb una fase de retorn que esdevé una ona de tensió. La destrucció de la zona B es completa qual el límit de la tensió augmenta. La zona C és susceptible d'una altra descàrrega. La profunditat de destrucció d'una zona i el seu grau depèn directament de la intensitat o de l'amplitud de la pressió i de la longitud de l'impuls.

Per destruir les concrecions en el teixit biològic es requereixen cinc condicions:

- la intensitat de l'ona de xoc ha d'excedir la compressió i la força de la pedra.
- la intensitat necessària per destruir un càlcul ha de ser inferior al nivell de tolerància del teixit viu.
- cal que la longitud de l'impuls de les ones de xoc sigui més curta que el temps de pas a través de la pedra, per tal d'evitar superposicions i ones reflectides.

Fig. 2
Diagrama dels ultrasons



- cal localitzar l'ona de xoc tant com es pugui, per tal d'evitar tensió en els teixits i per exercir així la màxima amplitud de pressió en el focus, mentre que en els punts perifèrics la pressió és més reduïda.
- per evitar reflexos nocius i la tensió superficial en el cos, l'ona de xoc s'hi ha d'introduir a través de l'aigua.

A.) Model experimental: La instal·lació elèctrica del primer model experimental tenia una bateria amb una capacitat de 2 microfaradis i 27Kv. La màxima energia desenvolupada fou de 560 joules, amb una velocitat de propagació de l'ona de 1500 m/seg. (Taula 1.)

L'espurna en l'orifici sota l'aigua es produïa amb un electrode de barra d'acer de 4 mm de diàmetre, aïllat amb material sintètic. La separació dels electrodes era, com a màxim de 55 mm, i el seu ús es limitava entre 500 i 100 ones.

El reflector simètric rotacional o semiel·lipsoide es fabricà de llautó, amb un semiaxial màxim d'11 cm i mínim de 6,5 cm. L'electrode s'hi introduí a través d'un orifici perforat en el sistema, i es col·locà en el punt focal de l'el·lipsoide. El reflector quedà aïllat per un embolcall de 0,3 mm de poliuretà.

Ampliant la separació dels electrodes entre 0,5 i 3,5 mm es va comprovar que augmentava l'amplitud de pressió.

La variació de voltatge ha estat entre 11 i 30 Kv, en la fase experimental.

A.) Estudis "in vitro" i "in vivo" dels sistemes biològics: Es comprovà "in vitro" que es desintegraven els diferents càlculs urinaris quan es col·locaven a l'àrea focal. Es comprovà, també, que l'exposició d'eritrocits i limfocits a les ones de xoc no mostrava cap lesió. Tampoc no hi havia mecanisme estimulants de proliferació cel·lular en el cultiu de limfocits.

En una segona fase es practicà experimentació animal, amb gossos i rates, exposant llurs diversos òrgans de les cavitats abdominal i toràcica a l'efecte de les ones de xoc. S'estudiaren histològicament, un grup a les 24 hores i un altre als 14 dies. Tan sols s'evidencià lesió dels alvèols pulmonars quan l'exposició a les ones de xoc corresponia a la zona toràcica, i llavors produïa una hemorràgia general amb ruptura alveolar.

En una tercera fase experimental es comprovà l'eficàcia de la litotripsia extracorpòria en 65 gossos amb litiasi renal incorporada, i s'aconseguí la destrucció de la pedra en el 90% dels casos.

B.) Disseny del litotriptor dornier

B.) Sistema generador d'ones de xoc: Es compon del reflector el·lipsoïdal, la trajectòria de la descàrrega elèctrica i el generador d'impulsos. La trajectòria de la descàrrega elèctrica està situada de tal forma en el reflector que l'ona de xoc s'origina precisament en el mateix focus. L'energia elèctrica requerida la subministra un generador de pols que actua per mitjà d'un interruptor acoblat amb l'ECG. La descàrrega elèctrica entre les dues puntes dels electrodes localitzats a la trajectòria es produeix exactament al focus de l'el·lipsoide. La trajectòria de descàrrega, el generador de pols i el reflector estan instal·lats de tal manera que el mecanisme cremat (electrode) pot ser canviat sense dificultats pel personal ins-truït.

B.) Dipòsit acoblador i bastidor: El líquid acoblador (aigua desgasifica-

ones de xoc

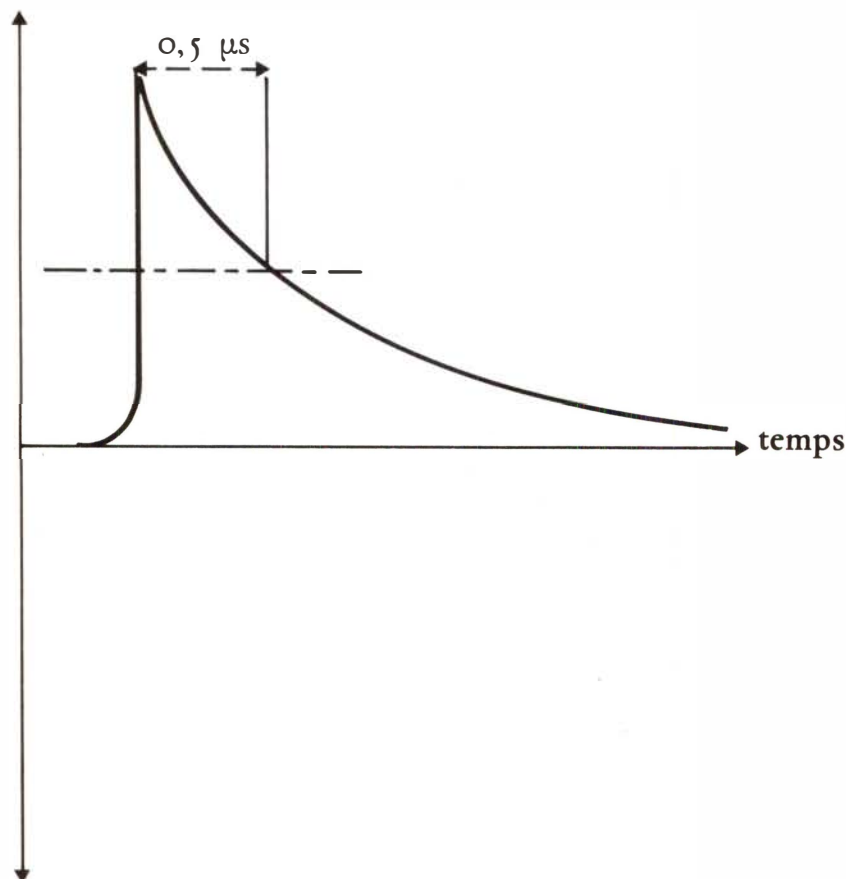


Fig. 3
Diagrama de les ones de xoc

da) es troba en un dipòsit d'acer inoxidable, que s'ha dissenyat convenientment per tal de permetre l'accés precís al càlcul renal, tant si es tracta del ronyó esquerre com del dret.

El dipòsit està provist de les connexions per omplir-lo i buidar-lo, i de dispositius de fixació per facilitar l'anestèsia. Al fons del dipòsit hi ha el reflector i les finestrelles perquè hi passin els raigs X.

El sistema generador de les ones de xoc i el dipòsit acoblador estan muntats en un bastidor resistent, que porta, a més del sistema de subministrament elèctric, sistema hidràulic i sistema de connexió d'aigua, el sistema de localització.

B.) Sistema de localització: El sistema de localització està compost principalment per un sistema de RX biaxial de la firma C.H.F. Müller, de dos tubs d'ànodes rotatius tipus Super Rotalis 125/25/50", i dos amplificadors visuals de 15 mm (6"). Els 2 tubs de RX estan muntats en forma rígida al bastidor del litotriptor, i dirigeixen els seus feixos de raig en un angle de 50° a través de les finestrelles del fons del dipòsit. Tots dos feixos es tallen

en el punt de reflexió del reflector el-lipsoidal. Els amplificadors visuals estan muntats en un braç giratori i són desplaçats manualment en la trajectòria dels tubs de RX, després que el pacient hagi estat acomodat en el dipòsit acoblador. Per ajustar-los en distància, són desplaçats per força motora al llarg del trajecte del feix de raigs corresponent. Un sistema de desconexió automàtica evita que el mecanisme d'amplificador visual continuï desplaçant-se en tocar el pacient.

El quadre visual de raigs X es retransmès a dos motors per mitjà dels quals s'aconsegueix determinar la posició exacta del càlcul renal dins del punt focal, gràcies a un sistema de reticles òptics incorporat.

Per tal de minimitzar els temps d'exposició als raigs X, el sistema permet una exposició permanent, així com una memorització total del quadre.

B.) Dispositiu per col·locar el pacient: Permet localitzar exactament el càlcul renal en el punt de reflexió del reflector. Per això, el pacient se situa en un baiard que permet acomodar-lo adequadament respecte de les seves

condicions anatòmiques. El baiard és ajustable, per tal de poder-lo adaptar a mides diferents i per al tractament de tots dos ronyons. Per raons de seguretat, i especialment per fixar el pacient dins del bany, se'l subjecta amb corretges al baiard. El desplaçament del baiard en els tres plans s'aconsegueix mitjançant un dispositiu que corre al llarg d'una guia fixada al cel ras.

El desplaçament del baiard fins al dipòsit acoblador es realitza manualment. La col·locació pròpiament dita, és a dir, els moviments vertical, longitudinal i transversal es porten a cap des d'una consola de comandament que actua sobre un sistema hidràulic summament sensible. El moviment vertical del mecanisme hidràulic s'ha programat de tal forma que el pacient pot ser tret ràpidament del bany en cas d'emergència.

C) Experiència clínica actual. Indicacions i resultats

Actualment, els dos únics centres que posseeixen experiència clínica amb la litotripsia extracorpòria són l'Hospital Universitari Ludovic Maximilià, de Munic (prof. Chaussy) (2,3,5) i el Katarinen Hospital de Stuttgart (prof. Eisenberger).

En principi, aquest tractament es pot aplicar a qualsevol mena de càlcul, independentment de les seves característiques cristal·logràfiques.

ones de xoc

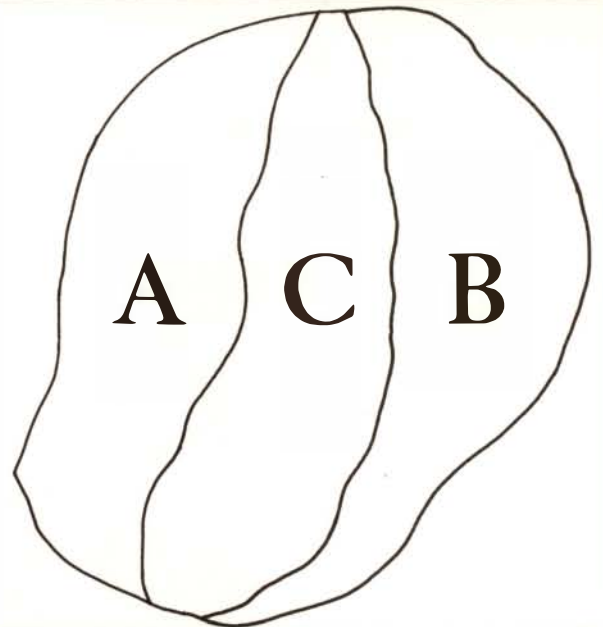


Fig. 4
Esquema de la destrucció dels càlculs

Tenen indicació prioritària tots els càlculs calicinals, pièlics i uretrals, siguin o no obstructius, sempre que no estiguin situats en el trajecte de l'urèter sacre o pelvià.

S'ha practicat litotripsia extracorpòria en alguns càlculs coral·lifomes amb resultat divers. Hi ha el criteri unànime de compaginar aquest mètode amb l'endourologia.

De la mateixa manera, s'associa la nefrostomia percutània en els càlculs pièlics i uretrals obstructius, abans d'exposar els pacients a les ones de xoc.

Es consideren causes excloents d'aquest mètode les obstruccions orgàniques secundàries, la cirurgia o processos inflamatoris crònics. La infecció no condiciona cap mena de contraindicació. Generalment s'utilitza l'anestèsia epidural, amb catèter o sense, i es considera l'infart recent o el marcapàs les úniques contraindicacions mèdiques.

A primers de desembre de 1983, havien estat tractats pel professor Chaussy més de 1000 pacients, i pel professor Eisenberger 150 casos:

- el 36% dels pacients patien de litiasi reincent i havien estat intervinguts de tots dos ronyons.
- el 25% estaven infectats.
- el 2% van ser considerats malalts de risc elevat, a nivell mèdic.
- localització i característiques dels càlculs:

- 68% pelvis renal
- 19% calicinals
- 4% uretrals
- 3% pseudo-coral·lifomes
- 1% coral·lifomes

5% litiasi múltiple pièlica, calicinal i/o uretral

- resultats

99,3% dels pacients lliures de símptomes

90% lliures de càlculs

9,3% càlculs residuals

0,7% cirurgia post-ones de xoc.

Xavier Ruiz Marcellan

Lluís Ibarz

Glòria Trias

Referències

1. Chaussy, Ch., Eisenberger, F., Wenner, K., Forssman, B., Hepp, W., Schmiedt, E., Brendel, W.: The use of shock waves for the destruction of renal calculi without direct contact. *Urological Research*, 4: 175, 1976
2. Chaussy, Ch., Schmiedt, E., Forssmann, B., Brendel, W.: Contact free renal stone destruction by means of shock waves. *Europ. Surg. Res.*, 11: 36, 1979
3. Chaussy, Ch., Brendel, W., Schmiedt, E.: Extracorporeally induced destruction of kidney stone by shock waves. *Lancet*, 13:1265, 1980.
4. Chaussy, Ch.: Extracorporeal shock wave lithotripsy. Ed. Karger. Basel, 1982.
5. Chaussy, Ch., Schmiedt, E., Jochem, D., Brendel, W., Forssmann, B., Walther, W.: First clinical experience with extracorporeally induced destruction of kidney stones by shock waves. *J. Urol.*, 127: 417, 1982.
6. Forssmann, B., Hepp, W., Chaussy, Ch., Eisenberger, F., Wanner, K.: Zertrümmerung von Nierensteinen mit fokussierten Stobwellen. *Verhandl. DPG (VI) 11, K 4 (1976)*. Citat per Chaussy (4)
7. Forssmann, B., Hepp, W., Chaussy, Ch., Eisenberger, F., Wanner, K.: Eine methode zur berührungsfreien Zertrümmerung von Nierensteinen durch stobwellen. *Biomed. Techn.*, 22:164, 1977.

8. Goldman, D.E., Huerter, T.F.: Tabular data of the velocity and absorption of high-frequency sound in mammalian tissues. *J. Acous. Soc. Amer.*, 28:35, 1956.

9. Hamman, J.F.: Stob-und Druckwellen und ihre Umformwirkung beim Hydrosparck-Verfahren. *Z. angew. Physik.*, 31: 133, 1971.

10. Häusler, E., Kiefer, W.: Anregung von stobwellen in Flüssigkeiten durch Hochgeschwindigkeitswassertopfen. *Verhandlungen DPG, Frühjahrstatung in Ulm, K. 36, 1971*. Citat per Chaussy (4).

11. Häusler, E., Kiefer, W.: Destruction of kidney stones by means of autofocused guided shock waves. 2nd European Congress of Ultrasonics in Medicina. Munic, 1975.

12. Hepp, W.: Vorversuche zur Zerkeieinerung von Nierensteinen dur stopwellen. *Dornier System, Versuchsbericht 638, 1972*.

13. Linke, Ca., Carstensen, El., Frizzel, La., Elbadawi, A., Fridd, Cw.: Localized tissue destruction by high - intensity focused ultrasound. *Arch. Surg.*, 107: 887, 1973.

14. Schall, R.: Detonationsphysik. En: *Kurzzeitphysik. Vollrath, Thomer, G. (Ed)*. Springer-Verlag, Viena 1977.

Materials de lectura

- Geuns H. von.; *Urinary tract calculi*
Ed. Von Gorcum Comp. The Netherlands, 1978
- Chaussy, Ch.: *Extracorporeal shock wave lithotripsy*.
Karger. Ed. Munic, 1982.