

超 音 波 碎 石 術

膀胱結石の新しい治療法について

TODO TERHORST

八 竹 直

ULTRASOUND LITHOTRIPSY

A NEW METHOD OF THE TREATMENT OF BLADDER STONES

Bodo TERHORST and Sunao YACHIKU

*Abteilung Urologie der Medizinischen Fakultät an der Rhein.-Westf. Techn.**Hochschule Aachen, D5100 Aachen, Goethestr. 27-29, W. Germany**(Director: Prof. Dr. W. Lutzeyer)*

A new ultrasound lithotripter in the treatment of bladder calculi is presented. This apparatus simultaneously allows the litholapaxy of the stones under direct observation and suctioning out of the fragments. In this process, the movable ultrasound probe is of considerable advantage. This technique was used successfully in the treatment of a total number of over 100 bladder stones in 75 patients larger than cherry size. No risks or complications have been observed.

尿路結石症患者の増加にともない、新しい治療法の開発が強く要望されている。それゆえ、われわれの研究の目的も、尿路結石への超音波の影響を確かめるとともに、それを用いて膀胱結石を碎石する装置を開発することにあつた。基礎的実験の結果、体外においては超音波に抵抗する尿路結石はなく、すべての結石が破壊されることが明らかになった。

結石の化学組成と碎石に要する時間の関係をみると、有機組成の結石（尿酸、チスチン）は、無機組成の結石（リン酸、尿酸結石）より容易に碎石できることがわかつた。そのなかでも尿酸カルシウムの結石が碎石に最も長い時間を要した。しかし、そのほかには問題となる点は証明できなかった^{3,6)}。

他の実験と同様、われわれの場合も尿路結石は超音波伝達器に直接接触しないと碎石されなかつた。すなわち、水中である距離をへだてて超音波を発生しても碎石できないし、腹壁を隔だてて結石を砕くという試みも、残念ながら成功しなかつた⁴⁾。

超 音 波 碎 石 器

超音波碎石器 (Fig. 1a, b) は、構成要素として通常の光学系の内視鏡とピエゾ電流超音波変換器と、それに連絡する移動操作可能なゾンデから成りたっている。そのゾンデは直径 3.4 mm の金属管からなり、中空で管壁は 0.3 mm の厚さがある⁵⁾。このゾンデは砕かれた結石の小碎片と洗浄液を吸引排除するための排液口に連絡している。また、普通の膀胱鏡と同様、外套管は容易に超音波ゾンデおよび内視鏡部分と分離することができる。超音波ゾンデは、非操作時には完全に外套管に包まれているが、操作時にはハンドルを用いて変換器を動かすことにより、ゾンデの先端は外套管の外に押し出され、結石のほうへ接近する。その先端は、外套管の先端から最大 3 cm 押し出すことができる。膀胱鏡による観察および結石碎片排除のために必要な洗浄液の供給は、給水口より光学系のまわりを通しておこなわれる。また、超音波発生器と吸引装置のスイッチは、足ペダルによって操作されるので、

術者一人ですべての操作が可能である。ピエゾ電流超音波変換器は、26 kHz の周波数で作動され、電気出力は約50Wである。また、ゾンデ先端の振幅は30 μ mにも達する。

超音波による膀胱結石碎石術

まずここに、この碎石器の実際の操作法について述べる。患者の体位は膀胱鏡検査や TUR 手術と同様、碎石位をとらせる。操作の約20分前に、アトロピンと鎮痛剤を前投薬として与える以外には、患者に特別な前処置の必要はない。ただ非常に強い不安をもっている患者には、この操作を腰椎麻酔のもとでおこなう必要がある。しかし普通は尿道の局所麻酔でじゅうぶんである。

まず、24 Charrière の膀胱鏡 外套管をマンドリンとともに膀胱に挿入する。マンドリンの抜去後、普通の膀胱鏡検査をおこなうか、あるいはただちに外套管内にこの碎石装置、すなわち、超音波ゾンデと内視鏡部を挿入するかは、術者の判断にまかされる。つぎに、洗浄液で膀胱を満たしたのち、超音波ゾンデを結石上にもっていく。吸引装置のスイッチを入れると、結石はゾンデの先端に吸着される。この吸引器のはたらき

により結石を操作中に攪し回る必要がなくなる。もちろん、膀胱壁に結石を超音波ゾンデで軽く押しつけると、結石破壊の速度は早くなる。洗浄液の流入、流出の速度は別々に調節できる。

碎石の具体的な方法としては、われわれはおおよそつぎのようにおこなう。すなわち、ゾンデを結石の広い面にできるだけ垂直に、かつできるだけ平坦な面へ置く。そうすることによって、吸着力を有効に使うことができる。それから、結石の中央に穴をあけるように碎石器を操作する。この要領が結石をより速く砕くのに重要であると思われる。くずれた小破片をふたたび吸着し、さらにそれを小さくする。ごく小さく砕かれた破片は、常に超音波ゾンデを通して吸引装置のほうへ洗浄されているので、超音波による碎石が順調に進行しているかどうかは、吸引装置のびんに集められた小結石破片の量を観察することにより明らかになる。膀胱内結石残存の有無については、検査用膀胱鏡またはレントゲン検査により調べられる。この碎石術後、通常1、2日留置カテーテルを置く。なぜなら、前立腺や膀胱を機械的に刺激するため、ときに一時的な軽度の後出血をおこすことがありうるからである。術後の注意として、尿路感染の予防のため抗生物質を

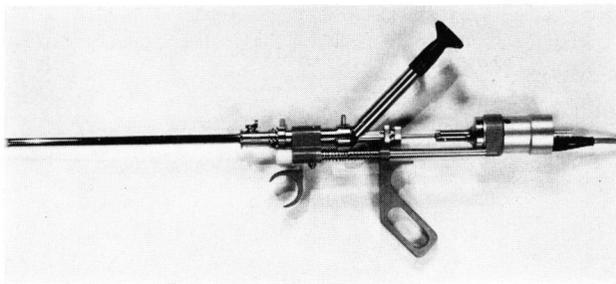


Fig 1a. 超音波碎石器

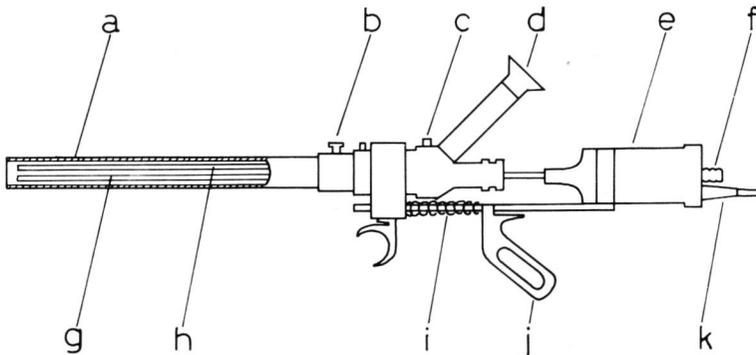


Fig 1b. 超音波碎石器の図解

a. 外套管 b. 注水口 c. 光源接点 d. 接眼レンズ e. 超音波変換器 f. 排液口
g. 超音波ゾンデ h. 内視鏡 i. スプリング j. ハンドル k. 電線

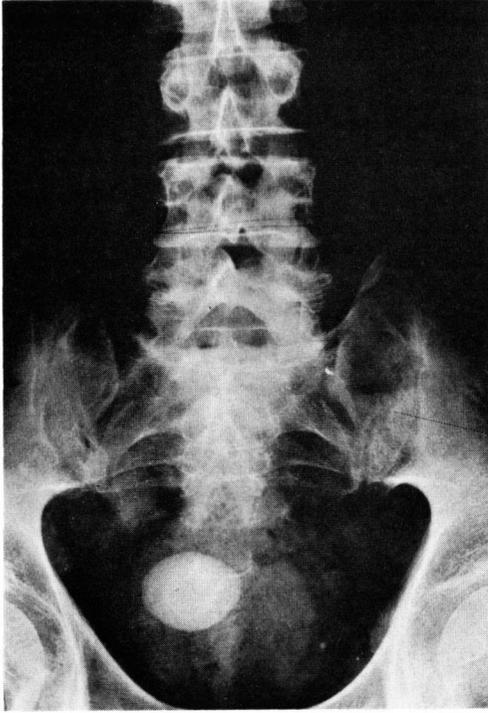


Fig. 2a. 症例 1. 碎石術施行前

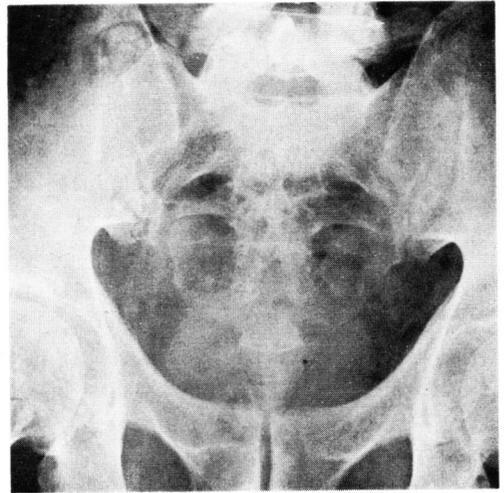


Fig. 2b. 症例 1. 碎石術施行後



Fig. 3a. 症例 2. 碎石術施行前



Fig. 3b. 症例 2. 碎石術施行後

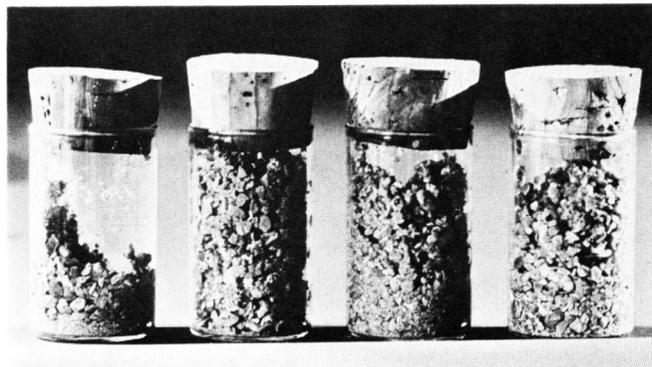


Fig. 3c. 症例 2 の碎石小片

与え、じゅうぶんな水分摂取をさせねばならないことはもちろんである。

成 績

この2年間に、われわれは合計75人の患者に対し、累計100個以上の、さくらんぼ大以上の膀胱結石を超音波碎石術で除去した。膀胱結石形成の原因は、大部分、前立腺肥大症や膀胱頸部硬化症などによる排尿障害にある。それゆえ、碎石術のあと原因除去のためにTUR手術や冷凍手術をおこなった例が多い。膀胱内の結石も、基礎実験での結果と同じく超音波によって容易に破壊された。超音波による碎石と吸引に要した時間は5分から60分であった。碎石時間に与える影響を化学組成から検討すると、リン酸結石が最も容易に破壊されることが目をひき、尿酸結石も比較的容易に碎石される。一方、純粋な尿酸結石は最も長い時間を要した。

われわれの患者を一覧するに、患者の年齢の平均は75歳である。これは、前述のように膀胱結石の原因となる前立腺肥大が高年層に特徴的なためであると思われる。この高年齢層に対し、麻酔なしにこの操作ができることは非常に好都合であることはいまでもなく、事実、今まで合併症は経験していない。ただし膀胱のひどい炎症や、前立腺部の小静脈から碎石の後、軽度の後出血が生ずることがあるが、24時間から48時間の後に自然に止血する。輸血や代用血漿などは一度も必要としなかった。

ここに、2臨床例でわれわれの結果を示す。Fig. 2aにみられるごとく、第1例は56歳男子で、前立腺肥大と膀胱炎を伴う膀胱結石患者である。レントゲン写真上、4×3 cm大の陰影陽性膀胱結石が小骨盤中央にみられる。この結石に対し、合計40分間超音波碎石術をおこなった。結石分析の結果、主要な組成は尿酸カルシウムであった。碎石の後におこなったレントゲン写真には、結石の残存はない(Fig. 2b)。

第2例は、前立腺肥大と奇異失禁を伴う膀胱結石患者で、レントゲン写真上、小骨盤中央に多数の結石陰影がある(Fig. 3a)。この結石に対しては、合計1時間超音波碎石術をおこない、術後レントゲン検査では、結石残存のようすはない(Fig. 3b)。碎石後集められた結石はFig. 3cのようである。

考 察

われわれの結果が示すように超音波碎石術の開発は、膀胱結石の治療に新しい可能性を開いた。今までは小さい結石のみが非観血的に碎石可能であっただけで、

大きい結石は観血的に除かねばならなかった。しかしながら最近になり、Urat I装置で知られる電気水圧波碎石術が紹介され、膀胱結石を可視下で非観血的に、かつ粘膜麻酔のみで碎石できるようになった²⁾。もちろん、この非観血的、かつ全身麻酔の必要がないという点は、われわれの超音波碎石術にもあてはまる。

なおそのうえ、超音波碎石器は、つぎのような点でUrat I装置を凌駕していると考えられる。まず第1に、膀胱壁の損傷や穿孔をおこす危険がないことである。むしろ、膀胱粘膜上に故意に超音波ゾンドをのせると、浮腫をともなった発赤が生ずる。また、強く粘膜をゾンドで吸着した場合、患者は鋭い痛みを受け、局所に強い浮腫を生ずる。しかしながら、それ以上の損傷を膀胱粘膜に与えることはない。それゆえ、膀胱粘膜の安全のために、粘膜とゾンドの間に距離をとるという必要はない。第2に、水圧衝撃波を利用した碎石器の場合のように爆発的に結石は破裂しない。急激な破裂は継続的な碎石を困難にする。超音波碎石器では常に吸着機構がはたらいているために、結石をゾンドの先端にとどめておく。それゆえ、継続的に碎石する場合にも、結石片を捜しまわるといことはほとんど経験しない。第3に、上記の第2の長所にも関連するが、われわれの碎石器では、碎石と同時にその小片は吸引され、他の碎石器のように膀胱洗浄を繰り返す必要はない。それゆえ、操作の時間が非常に短縮されるという長所をもっている。

つぎに、超音波ゾンドが移動可能なことも大きな長所の一つにあげたい。それによってゾンドを膀胱結石に非常に容易に到達させるし、憩室結石のような他の方法では不可能と思える結石も碎石可能である。その上、この碎石器はいちおう閉鎖されたシステムであるため、細菌感染の危険も少ないという特徴をもっている。

超音波碎石術は、このようにかざかざの長所をもち、かつ、現在までのところ問題になるような合併症は証明できない。

以上からわかるように、われわれが開発した超音波碎石器は、結石の治療に非常に有利な武器になりうるものと思われ、泌尿器科領域で広く普及することが期待される。

結 語

ここに膀胱結石の治療に、新しい超音波碎石術を紹介した。この器械は内視鏡的に観察しながら、碎石と同時に結石の吸着、小碎片の吸引ができ、そのさい、超音波ゾンドが移動可能なことが非常に大きな長所で

ある。75人に対する臨床成績は非常に良好で、この碎石術は人体に危険がなく、合併症のない方法であることを明らかにした。

文 献

- 1) Coats, C. E.: The application of ultrasonic energy to urinary and biliary calculi. J. Urol., 75: 865, 1956.
- 2) Kierfeld, G.: Lithotripsie von Blasensteinen durch hydraulische Schlagwellenwirkung. Verh. 22. Tg. dtsh. Ges. Urol., Berlin 1968.
- 3) Lutzeyer, W. et al.: Die Zerstörung von Harnsteinen durch Ultraschall. I.: Experimentelle Untersuchungen. Urol. int., 25:

47, 1970.

- 4) Mulvaney, W. P.: Attempted disintegration of calculi by ultrasonic vibrations. J. Urol., 70: 704, 1953.
- 5) Terhorst, B. et al.: Die Zerstörung von Harnsteinen durch Ultraschall. II.: Ultraschall-Lithotripsie von Blasensteinen. Urol. int., 27: 458, 1972.
- 6) Terhorst, B. and Cichos, M.: Ultraschall zur Harnsteinzertrümmerung (Experimentelle Untersuchungen). Biomed. Technik., 16: 106, 1971.

(1974年5月15日受付)

血 尿、抗アレルギー作用、
 排尿困難、に 抗炎症作用、
 排尿痛、上 皮賦活作用、
 尿意頻数、CPP(毛細管透過性亢進)抑制作用、
 のある

- ▷特発性腎出血，急性出血性膀胱炎（小児出血性頻尿症）の血尿，術後出血をすみやかに消失させる。
- ▷血精液症ないし出血性精囊炎の血精液を消失させる。
- ▷アレルギー性および非細菌性尿道炎の尿糸，炎症を消退させる。
- ▷急性膀胱炎，前立腺肥大症に伴う排尿困難，排尿痛，尿意頻数，残尿感を消退させる。

- ▶適応症
 特発性腎出血，急性出血性膀胱炎（小児出血性頻尿症），急性膀胱炎，急性膀胱尿道炎，非細菌性尿道炎，血精液症，術後出血



強力ネオミノファーゲンC

包装 2ml 10管・100管，20ml 5管・30管 健保薬価 2ml 27円，20ml 139円

M5058 文献御申越先 ミノファーゲン製薬学術部 [〒107]東京都港区赤坂8の10の22 (ニュー新坂ビル)