

## 圧電式碎石装置 (Piezolith) による尿路結石の治療経験

横浜南共済病院泌尿器科 (部長: 福岡 洋)

小川 毅彦\*, 福岡 洋, 武田 光正  
野村 栄, 石橋 克夫\*\*, 酒井 直樹\*\*\*

### EXTRACORPOREAL SHOCK WAVE LITHOTRIPSY FOR URINARY TRACT STONES USING PIEZOELECTRIC LITHOTRIPTER (PIEZOLITH)

Takehiko Ogawa, Hiroshi Fukuoka, Sakae Nomura,  
Mitsumasa Takeda, Yoshio Ishibashi and Naoki Sakai  
*From the Department of Urology, Yokohama Minami Kyosai Hospital*

A total of 133 stones in renoureteral and bladder units from 122 patients, 8 to 80 years old, were treated by extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) with the Wolf Piezolith device from November 1989 through December 1990. The 133 stones involved renal stones (91), ureter stones (34) and bladder stones (9). The number of shock waves per session was up to 4,000 shots, the mean number of shots was 3,120. Neither anesthesia nor analgesic agents were used except for epidural anesthesia on 10 and intramuscular analgesics on 8 patients.

Fragmentation into particles 4 mm in size or less occurred in 89 of the 91 renal stones (97.8%), 24 of the 34 ureteral stones (70.6%) and 8 of the 8 bladder stones (100%). The mean numbers of treatment on each stone were 3.2, 1.8 and 1.8, respectively. Ultrasound localization restricted treatment of ureteral stones to the most proximal and distal fourth of the ureter.

(Acta Urol. Jpn.: 38: 1-4, 1992)

**Key words:** Urinary tract stone, ESWL

#### 緒 言

1980年, Chaussy ら<sup>1)</sup>によって開発された体外衝撃波結石破砕術 (Extracorporeal shock wave lithotripsy, ESWL) は1982年, ドイツにおいて初めて臨床応用され, 以後その非侵襲性と有効性ゆえに, 従来の観血的療法にとって代わり急速に全世界に普及した。本邦においても1984年より臨床応用が開始され, すでに10数機種が全国で使用されている。

Richard Wolf 社製 Piezolith は圧電素子 (ピエゾセラミック) を基本とした衝撃波発生装置と, 超音波による結石探査システムからなる。Piezolith の特徴は1)従来のスパーク放電式よりも衝撃波の焦点領域が 8×4 mm と小さく, その破壊力のわりに疼痛が軽

度であること, 2)焦点サイズが小さい事により, 結石の碎石片が大きくなり結石を浸食して細片化できるので, 結石の体外排出に有利であること, 3)結石部位を超音波でモニターするため, リアルタイムで焦点を合わせられ, 無駄な衝撃波発射数が少なくできることである。今回われわれは Piezolith を用い, 133例の尿路結石を治療したので, その結果を報告する。

#### 対象ならびに方法

1989年11月より, 1990年12月までの期間に横浜南共済病院泌尿器科において ESWL 治療をおこなった尿路結石症患者のうち, 治療を終了した122名, 133症例 (両側11例) を検討の対象とした。性別は男性84名 (89例), 女性38名 (44例), 年齢は8~80歳までで平均51.0歳である。

結石部位は腎91例, 尿管34例, 膀胱8例である。ESWL 検討委員会の評価基準<sup>2)</sup>に従うと, R1; 2例, R2; 79例, R3; 10例, U1; 25例, U2; 0例, U3;

\* 現・川崎市立井田病院泌尿器科

\*\* 現・横須賀共済病院泌尿器科

\*\*\* 現・横浜市立大学医学部泌尿器科学教室

Table 1. 腎結石 (R1, R2, R3) の治療成績

大 き さ (長 径)	例数	治療回数 範 囲 (平均)	効 果 判 定				有効率 (%)
			著効	有効	不完	無効	
≤10 mm	40	1-4 (1.3)	26	14	0	0	100
11 mm ≤ ≤20 mm	31	1-6 (2.8)	18	12	1	0	96.8
21 mm ≤ ≤30 mm	9	3-9 (5.8)	5	4	0	0	100
31 mm ≤	11	4-22 (9.3)	2	8	1	0	90.9
計	91	1-22 (3.2)	51	38	2	0	97.8

9例, BL; 8例である。結石の形態では, 単発結石96例, 多発結石23例, 珊瑚状結石8例, 複珊瑚状結石6例であった。結石の大きさを長径で分類すると, 4~10 mm が62結石, 11~20 mm が44結石, 21~30 mm が16結石, 31 mm 以上が11結石であった。

原則として無麻酔で行ったが, 初回治療時に疼痛が強く, かつ数回以上の治療が必要と考えられた10例に硬膜外麻酔, 8例に鎮痛剤筋注を用いて行った。無麻酔の場合, 前投薬も用いず, 治療前の禁食も行わなかった。

衝撃波の強度は4段階のうち無麻酔の場合ほとんどが intensity 2~3 で, 硬膜外麻酔を用いた場合は, intensity 4 (約1,000 bar) で行えた。衝撃波発射頻度は1~2.5 (発/秒)で行った。1回の治療の発射衝撃波数は4,000発を上限とし, 治療時間は1時間以内を原則とした。

治療体位は腎結石, 上部尿管結石では背臥位もしくは斜め側臥位とし, 下部尿管結石, 膀胱結石では腹臥位とし, 膀胱内に150~200 mlの尿(もしくは生理食塩水を注入した)を溜めておくように患者に指示した。

1989年11月の Piezolith 導入当初は全例入院して治療したが, 機械操作に慣れ碎石効果が把握できるに従い, 10 mm 以下の結石の場合患者の希望に応じ外来治療もおこなった。入院患者の場合, 原則として週2回治療を行った。

## 結 果

治療成績の判定は治療終了後1カ月ないし3カ月で行った。判定基準は ESWL 検討委員会の評価基準<sup>2)</sup>に従い, 単純撮影で残石を認めないものを著効, 排石可能な長径4 mm 以下の残石を有効, 4.1 mm 以上の残石を不完全(不完), まったく破碎されないものを無効とし, 有効以上のものを有効率の判定に算入した。

腎結石 (R1, R2, R3) の治療成績を Table 1 に示す。結石の大きさを長径で示し, 10 mm 以下, 11

Table 2. 結石部位別治療成績

部位	例数	治療回数 (平均)	効 果 判 定				有効率 (%)
			著効	有効	不完	無効	
R1	2	4.5	0	1	1	0	50.0
R2	79	3.2	44	34	1	0	89.7
R3	10	2.9	7	3	0	0	100
U1	25	1.7	14	3	2	6	68.0
U2	0	—	—	—	+	—	—
U3	9	1.9	4	3	0	2	77.8
BL	8	1.8	7	1	0	0	100
計	133	2.8	76	45	4	8	91.0

~20mm, 21~30 mm, 31 mm 以上の4つに分類して治療成績を比較した。平均治療回数は長径が増すごとに, 1.3回, 2.8回, 5.8回, 9.3回と増加したが, 有効率は結石の大きさに関係なく, 100%, 96.8%, 100%, 90.9%と好成績であった。不完全であった2例のうち1例は, 腎杯憩室に破碎された砂状結石が排出されずに残ったもの, 他の1例は下腎杯に砂状残石が残ったものであった。

Table 2 に結石部位別の治療成績を示した。R1の2例はいずれも腎杯憩室内の結石である。結石の破碎自体は良好であったが, 1例で排石が不良のため不完全となった。R2, R3 は平均治療回数, 有効率ともに Table のごとく両者に差がなく, 好成績であった。U1 (上部尿管: UPJ は含まず腸骨稜上縁まで) 結石25例の平均治療回数は1.7回と少ないが, 有効率は68.0%で, 腎結石や膀胱結石と比べると低かった。無効であった6例はいずれも第4腰椎横突起付近の結石で, 超音波での探査が困難であった。U2 (中部尿管: 腸骨に重なる部位) の結石は超音波探査での確認が困難なためわれわれは U3 の位置まで下降するのを待って碎石する方針のため症例がなかった。また ESWL を開始した当初に治療した U2 部尿管結石の3症例では尿管結石押し上げ術の併用にて結石を腎盂に戻して ESWL を施行したが, これは腎結石として取り扱った。U3 の9例は平均治療回数1.9回, 有効率77.8%

であった。膀胱結石は平均治療回数1.8回、有効率100%であった。全症例では平均治療回数2.8回、有効率91.0%であった。

著効例のなかに8歳男児、長径7mmのシスチン結石例がある。KUB上結石陰影が淡く、X線探査型機種での碎石が困難なため、当院に紹介された。CT上は明瞭なhigh density像として認められ、治療回数2回、総衝撃波数3,300発で、3カ月後のCTでは結石像をまったく認めなかった。治療に際し、麻酔・鎮痛剤は用いなかった。

副作用としては、ほぼ全例に血尿を認めたが、いずれも一過性で1~2日で消失した。発熱は38°C未満の微熱が3例に、38°C以上が1例に認められたが、これらも抗生剤投与ですぐに軽快した。また悪心、嘔吐が2例あった。皮下溢血斑は認めなかった。治療回数が10回を越えた症例においても超音波では血腫等の合併症を認めなかった。

stone street 形成による尿管閉塞を予防し、排石を促進する目的で、長径20mm以上の腎結石に対し尿管ステント留置を行った。尿管ステント留置の副作用として、膀胱内違和感が数例認められた他、ステント周囲への結石付着5例、尿管口をこえて尿管内へのステントの上昇2例を経験した。ステント周囲への結石付着とステントの留置期間との関係をTable 3にまとめた。3カ月間以上の留置例に結石付着が高率に発生する結果であった。ステント周囲への結石付着例のいずれにも膿尿はなかった。使用ステントのほとんどはサージテックオールシリコンダブルJステントで、その他アンジオメッドクロスステント、クックタワーペリフェラルステントを少数例に用いたが、結石が付着したステントはサージテックダブルJステントが3例、アンジオメッドクロスステントが1例、クックタワーペリフェラルステントが1例であった。付着結石の成分分析は2例のみ行っており、リン酸水素カルシウム89%・リン酸カルシウム11%およびリン酸マグネシウムア

ンモニウム・リン酸カルシウム・タン酸カルシウムの混合物であった。

## 考 察

1984年以降、本邦におけるESWLの普及には目を見張るものがあり、それに伴い尿路結石の治療はESWLなくしては考えられないようになってきた感がある。われわれの病院においても1989年末にPiezolithを導入しESWLを開始した。Piezolithの特徴は、焦点サイズが小さいために碎石片が小さく体外排出に有利なこと、超音波モニターであるため放射線被爆がないことのみならず、リアルタイムで焦点を合わせられるため無駄な衝撃波発射数が少なくできることなどである。弱点としては超音波モニターであるために、尿管結石の位置確認に困難を生じることが挙げられ、とくに中部・下部尿管には施行できない場合もあった。

Piezolithによる尿路結石の治療成績は開発国である旧西ドイツのZieglerら<sup>3)</sup>の報告を始め、Marbergerら<sup>4)</sup>の、また本邦においても馬場ら<sup>5)</sup>、朝陰ら<sup>6)</sup>、鈴木ら<sup>7)</sup>の経験が報告されている。今回のわれわれの成績はこれらの報告とほぼ合致するものといえる。

Table 1, 2に示したごとく、腎結石に対する碎石効果の有効率は非常に高く、他機種によるESWLの成績と比較しても遜色なかった<sup>8-13)</sup>。腎結石91例の内2例が不完全であったが、その内1例はR1、すなわち腎杯内結石で、碎石そのものは良好であったが、憩室口が狭いために排石がなされなかったものであった。他の1例も碎石自体は問題なかったが碎石小片が下腎杯に溜まり、排石が完全でなかった。また著効例の1つに8歳男児のシスチン結石がある。一般にシスチン結石は碎石が難しいといわれているが、この症例におけるわれわれの経験からは、シスチン結石に対しても碎石が可能であり、しかもX線被爆がないことは小児例を行う場合有利であると思われた。以上のことよりPiezolithの結石破壊力は非常に優れており、珊瑚状結石も含めてほとんどの腎結石を破碎するのに充分であると思われた。

一方、腎結石と比べると尿管結石に対する有効率はやや低い結果であった。その原因の1つは結石の位置同定の困難さがある。腰椎第3突起以下の結石は時に超音波でのモニターができないために碎石不能のことがあった。腰椎第4突起以下の場合には結石位置の確認は殆ど不可能であった。下部尿管に関しては、尿管口より上に約5cm以内の場合は問題なく碎石できたが、10cm以上離れるとかなり困難であった。このよ

Table 3. ステント留置期間とステントへの結石付着

期日 (日)	例数	結石付着例
1 ~ 30	12	0 ( 0%)
31 ~ 60	12	1 ( 8.3%)
61 ~ 90	7	0 ( 0%)
91 ~ 120	2	1 ( 50%)
121 ~ 150	2	1 ( 50%)
151 ~ 180	0	0 —
181 ~	2	2 ( 100%)
合 計	37	5 (13.5%)

うな超音波モニターで結石の位置を同定できない症例はX線モニター型機種を有する他院に紹介し、治療して戴いた。

一般に珊瑚状結石の治療は ESWL 単独では困難であるとされている<sup>14)</sup>。今回われわれが行った珊瑚状結石を含む巨大結石11例の内、ESWL 単独で治療を終了しえたものは9例あり、1例に PNL を他の1例に腎瘻造設を併用療法として用いた。珊瑚状結石の碎石手順としては幾つか試行錯誤したが、腎盂部の結石を始めに破碎しついで腎杯部結石の破碎を行うことにより破砕片を順次排出するようにしたほうが stone street の形成が少ないようであった。そういった工夫で珊瑚状結石でも ESWL 単独治療が可能であると思われた。勿論その際尿管ステント留置は必須であり、有効であった。尿管ステント留置の副作用としてステント周囲への結石付着が比較的高率に認められた。特に3カ月以上のステント留置は付着結石を生じる可能性が高く、留置期間の1つの目安としてできるならステント留置は3カ月以内にとどめたいと思われた。

副作用として疼痛、血尿はほとんどの症例に認めたが、いずれも軽度かつ一過性であり、問題にはならなかった。皮下溢血斑は1例も認めず、衝撃波の皮膚通過面が広く、疼痛が軽度であることを反映しているかと思われた。

### 結 語

- 1) 133 例の尿路結石患者に対し、Piezolith による ESWL を行った。腎結石、尿管結石、膀胱結石に対する有効率はそれぞれ97.8%、70.6%、100%と満足すべき結果をえた。
- 2) 軽度の疼痛、血尿以外重篤な副作用は認めなかった。
- 3) 37 例の腎結石に尿管ステントを留置して ESWL を施行した。尿管ステントにより stone street 形成時も尿流を確保でき、珊瑚状結石のような大きな結石の場合有用であった。尿管ステントの副作用としてステント周囲への結石付着症例を5例経験した。予防としてステント留置期間を3カ月以内に止めればよいと思われた。

本論文の要旨は1990年10月18日水戸市で開催された第39回共済医学会総会ならびに1990年11月24日東京で開催された第4回日本 Endourology. ESWL 学会総会において報告した。

### 文 献

- 1) Chaussy C, Brendel W and Schmiedt E: Extracorporeally induced destruction of kidney stones by shock waves. *Lancet* 2: 1265-1268, 1980
- 2) 園田孝夫: Endourology, ESWL による結石治療の評価基準. *日泌尿会誌* 80: 505-506, 1989
- 3) Ziegler M, Kopper B, Riedlinger R, et al.: Die Zertrümmerung von Nierensteinen mit einem piezoelektrischen Gerätesystem. Erste Klinische Erfahrungen., *Urologe A*, 25: 193, 1986
- 4) Marberger M, Türk C and Steinkogler I: Painless piezoelectric extracorporeal lithotripsy. *J Urol* 139: 695-699, 1988
- 5) 馬場志郎, 出口修宏, 早川邦弘, ほか: 圧電式腎結石破碎装置による無麻酔体外衝撃波腎碎石術の経験. *日泌尿会誌* 79: 1919-1927, 1988
- 6) 朝陰裕之, 東原英二, 阿曾佳郎: 圧電式碎石装置 (Piezolith 2200) を用いた体外衝撃波による上部尿路結石破碎術の経験. *日泌尿会誌* 80: 582-590, 1989
- 7) 鈴木和雄, 千葉琢哉, 宇佐見隆利, ほか: 外来通院による体外衝撃波結石破碎術治療の有用性. *日泌尿会誌* 81: 1367-1371, 1990
- 8) 東 義人: 体外衝撃波による腎尿管結石破碎術 (Extracorporeal Shock-wave Lithotripsy: ESWL) の臨床検討. 第1報: ESWL 1,000 例の治療成績. *泌尿紀要* 34: 2073-2081, 1988
- 9) 伊達智徳, 村上房夫: 圧電式体外衝撃波碎石術 300例の臨床成績. *臨泌* 44: 789-793, 1990
- 10) 丹田 均, 加藤修爾, 大西茂樹, ほか: 体外衝撃波 (ESWL) による腎・尿管結石破碎術の臨床経験 (第IV報) —治療開始より3年間の治療経験— *泌尿紀要* 34: 770-776, 1988
- 11) 松浦 治, 竹内宣久, 服部良平, ほか: MPL-9000 による尿路結石の治療経験. *日泌尿会誌* 81: 236-242, 1990
- 12) 吉田正林, 長谷川倫男, 町田豊平, ほか: コンパクト ESWL (Direx Tripter X-1) の治療経験. *日泌尿会誌* 81: 1155-1161, 1990
- 13) 岩瀬 豊, 加藤次朗, 伊藤尊一郎, ほか: ESWL (MEDSTONE-1000) による上部尿路結石患者 35例の臨床経験. *日泌尿会誌* 81: 68-74, 1990
- 14) 坂丈 敏, 加藤修爾, 大西茂樹, ほか: 体外衝撃波による腎・尿管結石破碎術の臨床経験. 第III報: 完全踵型結石症59例 (64腎結石) の治療経験. *泌尿紀要* 33: 669-673, 1987

(Received on June 10, 1991)  
(Accepted on September 3, 1991)

(迅速掲載)