

## ペースメーカー装着尿路結石患者に対する ESWL の治療経験

大阪市立大学医学部泌尿器科学教室 (主任: 前川正信教授)

金澤 利直, 岸本 武利, 千住 将明

杉本 俊門, 辻野 孝, 飯盛 宏記

成山 陸洋, 山本 啓介, 前川 正信

### A CASE OF STONE FORMER WITH PACEMAKER TREATED BY EXTRACORPOREAL SHOCK WAVE LITHOTRIPSY

Toshinao KANAZAWA, Taketoshi KISHIMOTO, Masaaki SENJU,  
Toshikado SUGIMOTO, Takashi TSUJINO, Hiroki IMORI,  
Munehiro NARIYAMA, Keisuke YAMAMOTO and Masanobu MAEKAWA

*From the Department of Urology, Osaka City University Medical School  
(Director: Prof. M. Maekawa)*

A stone former, a 60-year-old male with a pacemaker, was treated by extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL). He had been on a DVI pacemaker due to sick sinus syndrome since the age of 52. During treatment for left ureteral stone by ESWL, the pacemaker was stopped, since there was a possibility of extra systoles caused by coupled triggering of the shock wave with the pacemaker spike wave in ECG. Pulse and blood pressure were maintained by continuous drip infusion of phenylephrine chloride and isoproterenol. As a result, ESWL was accomplished and pacemaking was reestablished without any problem. KUB revealed that the patient became stone free on the postoperative 17th day.

(Acta Urol. Jpn. 34: 1415-1419, 1988)

**Key words:** Urolithiasis, Extracorporeal shock wave lithotripsy, Pacemaker

#### 緒 言

Extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) は、上部尿路結石症に対する治療法として普及しつつあり、大阪市立大学医学部附属病院では、ESWL 治療に Dornier Kidney Lithotripter Type HM-III を導入している。プロトタイプの本装置を用いた治療で、衝撃波照射により不整脈を起すことがあるため、この装置では、その後患者の心電図モニター上の R 波がトリガーとして衝撃波を発生するよう改良されている。すなわち心筋の不応期に衝撃波を発生させるよう設計されている。それ故、ペースメーカーを装着している尿路結石症例では、(1)ペースメーカーの電位が衝撃波発生のトリガーとなる恐れがある。(2)衝撃波がペースメーカーの機能異常をもたらす。(3)重篤な心疾患を合併する患者に対して衝撃波が心臓の伝導系や循環動態に悪影響を与える、などの理由から ESWL は禁忌とされていた。最近われわれは、ペースメーカーを装置した尿路結石症例に対し ESWL を

施行し、良好な成績を得たので報告する。

#### 症 例

患者: 61歳, 男性  
主訴: 左腰部痠痛  
家族歴: 特記すべきことなし  
既往歴: 1978年洞不全症候群にてペースメーカー装着  
現病歴: 1985年5月左腰部痠痛出現。近医受診し、両側尿管結石、副甲状腺機能亢進症を指摘され同年8月副甲状腺全摘除術施行。両側尿管結石についてはその後放置するも左腰部痠痛をくり返すため1986年5月30日両側尿管結石に対する治療目的にて当科入院となった。  
入院時現症: 血圧; 110/80 mmHg. 脈拍; 72/min, 整, 緊張良好. 体格中等度, 栄養状態良好. 頸部に手術痕, 胸部では右上部にペースメーカーのパルス発生器を触知. その他理学的所見に異常を認めなかった。

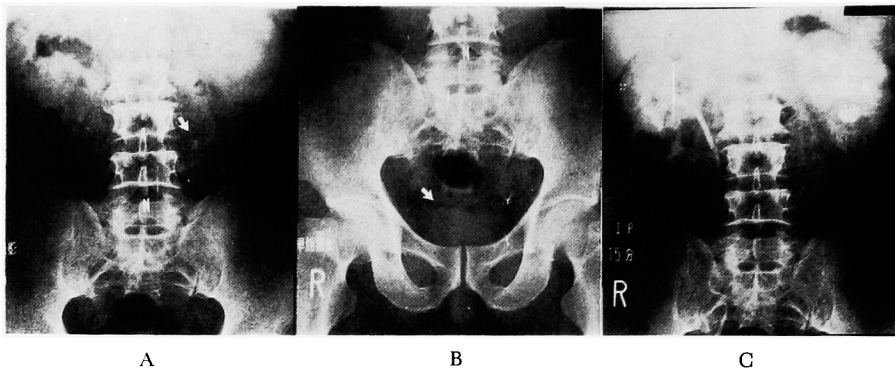


Fig. 1. KUB (A, B) and DIP (C)

入院時検査成績：血液像；RBC  $472 \times 10^4/\text{mm}^3$ , Hb 14.9 g/dl, Ht 42.9%, WBC  $4,700/\text{mm}^3$ , Plt  $17.3 \times 10^4/\text{mm}^3$ , 出血時間 2.3 min, 凝固時間 9.0min, PT 10.8 sec, APTT 29.9 sec. 血液生化学検査；TP 7.0 g/dl, Alb 4.3 g/dl, TTT 0.7 U, ZTT 6.6 U, T-Bil 1.0 mg/dl, GOT 21 U, GPT 13 U, Ch-E 0.96 PH, AIP 5.8 KAU,  $\gamma$ -GTP 16 IU, LAP 15 IU, LDH 395 WU, ADL 4.9 BU, CPK 116 IU, BUN 15 mg/dl, Cr 0.9 mg/dl, 尿酸 5.5 mg/dl, Na 144 mEq/l, K 4.4 mEq/l, Cl 106 mEq/l, Ca 4.8 mEq/l, P 2.7 mg/dl T-chol 207 mg/dl, FBS 92 mg/dl. 尿所見；黄色清澄, pH 7.0, 蛋白 (+) 糖 (-) 沈渣で WBC 7/hpf, RBC (-), 上皮2-3/hpf, 細菌 (-), 塩類認めず.

#### X線所見

胸部X線像；ペースメーカーのハルス発生器が右上胸部にあり, 2本のリード線の先端の電極がそれぞれ右心房, 右心室に入っている.

KUB 像；第IV腰椎左横突起の高さで左尿管走行に沿って  $9 \times 6$  mm, 小骨盤腔内右側に  $6 \times 4$  mm の石灰化陰影を認める (Fig. 1 A, B).

DIP；左腎は腎杯の拡張を呈し, 左尿管の造影は不良であった. 右腎は造影剤の排泄は良好で, 腎盂は軽度の拡張を認めるも左尿管の形態および走行に異常を認めなかった (Fig. 1 C).

心電図所見. Fig. 2 に示す矢印がトリガーとなっており, 第II誘導での連続記録では, 規則正しいペースメーカーの刺激は1分間に72回の割合でみられた. なお, ペースメーカーの機能は, three-letter code方式 (Table 1 のごとく, 1974年に ICDH: Inter-Society Commission for Heart Disease Resource から Parsonnet らによって提唱されたもので, ペースメーカーの機能分類を3つのアルファベット文字

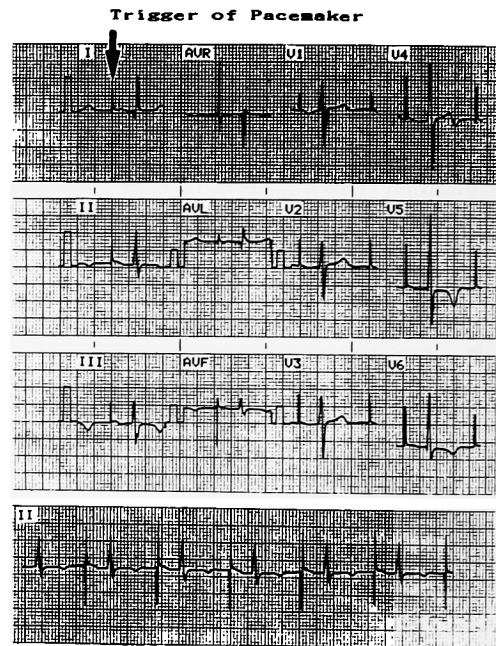


Fig. 2. ECG (closed arrow; trigger of pacemaker)

で表現するものであるが, 現在では3文字では表現が不十分なため5文字を用いる修正案が提唱されている<sup>2)</sup>では DVI である.

以上より両側尿路結石症と診断し, 右尿管結石は自然排石の可能性が高いため, 左尿管結石に対しESWL治療が可能かを検討することにした. まず, 衝撃波がペースメーカーの機能を障害しないことを確認するため, 実際の治療の時に患者のペースメーカーが位置すると思われる場所に同一機種のペースメーカーを固定し衝撃波を照射した. 300回照射した後もペースメーカーの機能は正常に保たれていた. したがって, 衝撃

Table 1. ペースメーカーの機能分類に関する ICHD コード (Parsonnet V, et. al. 1981)

Position	I	II	III	IV	V
Category	chamber(s) paced	chamber(s) sensed	mode of response(s)	programmable functions	special tachyarrhythmia functions
Letter used	V:ventricle A:atrium D:double	V:ventricle A:atrium D:double	T:triggered I:inhibited D:double O:none R:reverse	P:programmable (rate and/or output)  M:multi programmable  O:none	B:burst N:normal rate competition  S:scanning E:external O:none
	S:single chamber	S:single chamber			

波の焦点が結石の位置におかれている限りペースメーカーは影響を受けないと断定した。続いて患者を懸架台に乗せずに治療装置外に位置させ、人工ペースングの状態でもニターし衝撃波を発生させたところ、衝撃波のトリガーとなるのは、患者の R 波か、ペースメーカーの電位かが不明であった。すなわち衝撃波はペースメーカーの機能を障害しないが、その発生時期が心筋の不応期に一致しているかどうかは不明であった。したがって、左尿管結石に対する治療は、人工ペースングを一時的に停止し、患者の洞調律にあわせて衝撃波を発生させる手法を選択することとし、左尿管結石に対して1986年6月2日持続硬膜外麻酔下に ESWL を施行した。

術中経過: 持続硬膜外麻酔後ペースングレートを徐々に下げ30/min に設定したところで患者の洞調律となり、ペースメーカーの作動を止めた。この時の心拍数は 37/min 前後で血圧は 64/36 mmHg であった。次に塩酸フェレフリン 4 mg/min, イソプロテレノール 12 µg/hr の割合で持続静注開始し、血圧が 100/50 mmHg 前後、心拍数が 40-50/min に維持されたところで酸素ガスを 5l/min 流しながら ESWL を開始、衝撃波を 900 回左尿管結石に対し照射した。照射終了直後ペースメーカーを作動させたべ

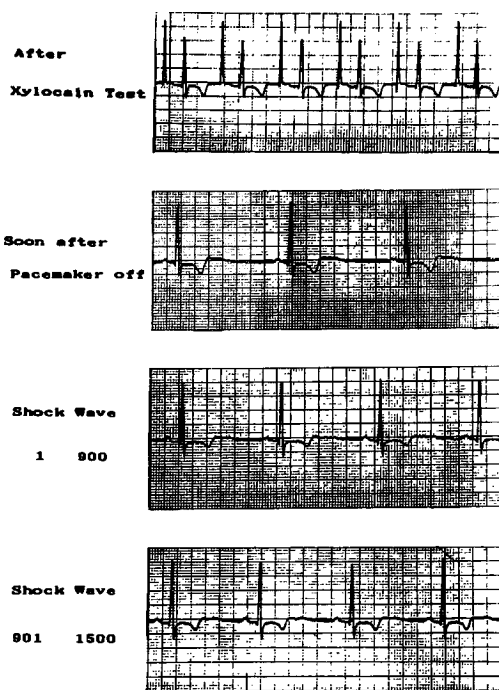


Fig. 3. ECG monitoring during ESWL treatment

ースメーカーに異常のないことを確かめた後、再びペースメーカーの作動を停止し ESWL 治療を再開、積算衝撃波数 1,500 回にて終了し、ただちにペースメーカーを作動させた (Fig. 3). なお、ペースメーカーの作動を止めていた延べ時間は35分であった。

術後経過: ESWL 後1日目の KUB では、左尿管結石はよく破砕されており、特に合併症もなく術後17日目の KUB にて stone free となった。また、術後の心電図モニター上の変化としては、術後30分頃までは一時的な房室伝導遅延により心室ペースングがみられるが、術後25時間目頃には術前と同じく規則正しいペースメーカーの刺激は1分間72回の割合でみられた (Fig. 4).

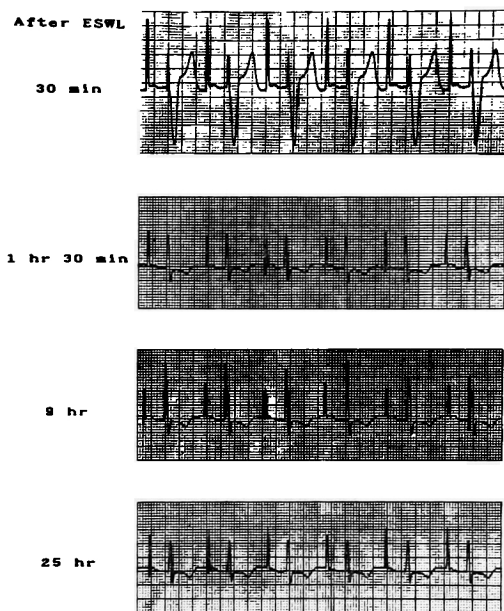


Fig. 4. ECG monitoring after ESWL treatment

## 考 察

Chaussy らは、ESWL の臨床応用をした当初その治療の対象外となるものは、1) 細菌感染結石、2) 直径 3 cm 以上の結石、3) 重篤な合併症を伴う場合、4) 尿管結石、5) 結石より下部に尿路狭窄のある場合、6) X線陰性結石を挙げていた<sup>3)</sup>が、以後多くの経験を重ね創意工夫を加えることにより ESWL の適応の拡大が計られてきた<sup>4)</sup>。細菌感染結石に対しては、適切な化学療法を行えば問題なく、また、大結石やサンゴ状結石も経皮的腎瘻造設や尿管ステントカテーテルの挿入により術後の stone street 出現に対しても対処できるようになった。尿管結石に関しては、われ

われは1985年7月以来1年間で115例の尿管結石に対する ESWL を経験したが、術後1カ月で stone free は 58.7%、3カ月で 85.1% と良好な成績を取っている。また尿管結石でも第V腰椎レベル以下では、Dornier Kidney Lithotripter Type HM-III では不可能とされていたが、本位を工夫することにより可能となってきた。

次に、心肺機能に問題のある場合には、臨床応用当初この治療法は行われなかった<sup>3)</sup>。それは合併症の1つに衝撃波に基づく不整脈を Chaussy らは報告し、約80%の患者にみられた<sup>3)</sup>。そこで、これを減少させる目的で心電図モニター上のR波をトリガーとして衝撃波を発生させるように改良を加えた。すなわち心筋の不応期に衝撃波を発生させることにより心筋伝導系への刺激を避けることができる<sup>5)</sup>とした。しかしながら、これまでの治療経験から、このような条件にて治療を行っても時に不整脈(特に心室性の期外収縮)がみられることがある。金光ら<sup>6)</sup>も治療中 ST 部分の変化や調律伝導系の変化がかなり高率に観察されたとし、その原因として、心筋の一部に実際に伝導速度の遅延があるのか、あるいは、電極における放電の際の漏電などの刺激伝導系への影響かは不明であるとしている。また Frank ら<sup>7)</sup>は、治療中の不整脈は、anesthetic agent よりもむしろ衝撃波によるものであろうとしているが、その作動機序についてはふれていない。このように衝撃波に基づく不整脈の原因が、元々心臓の伝導系に mask された障害があるのか、それとも衝撃波そのものの力学的な力が心伝導系ないし心筋に影響しているのか、また衝撃波発生時に流れる微小電流のようなものが心臓に対し macro shock 様の作用を及ぼしているのが明確にはされておらず、これからの検討課題と思われる。

さて、今回の症例のごとく、ペースメーカーを装着している場合には、まず、衝撃波のペースメーカー本体におよぼす影響が問題となる。衝撃波の圧力は、衝撃波発生装置の第2焦点から約 1.5 cm 離れた部位では、最高圧力の20%以下に減弱していると報告されており<sup>8)</sup>、実際この症例については、患者の治療時に患者のペースメーカーが位置すると考えられる場所に同一機種のパースメーカーを固定し、20 KV にて300回衝撃波を照射させて影響をみたがペースメーカーそのものには影響は認められなかった。したがって衝撃波の焦点が結石の位置におかれている限りペースメーカーは影響は受けないと断定した。次にペースメーカーしながらこの治療が可能か否かの点についてであるが、先に述べたように Dornier Kidney Litho-

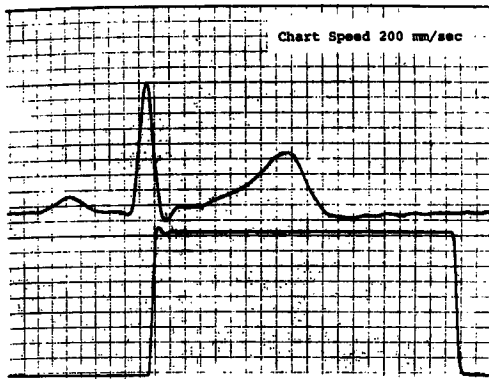


Fig. 5. Upper line is ECG. Lower line is trigger signal which is obtained from max value of differential of R wave on ECG.

riptor Type HM-III では、心電図モニター上の R 波の立ち上がり (微分係数) の最大値をとらえ、約 20 msec の lag time の後に衝撃波の trigger signal が発生する (Fig. 5)。このような条件では、今回の症例のごとくペースメーカーが DVI であれば心房ペースメーカーの刺激を衝撃波のトリガーとしてとらえ、心筋の受攻期に衝撃波が発生することになり、そのことにより心室性期外収縮が多発し、心室細動を引き起こしかねない状態となり得る可能性がある。そこでこの症例に対しては、ペースメーカーの作動を一時的に止め ESWL を施行した。しかし、DVI は VVI (Table 1) に比べて atrial kick を得る利点がある<sup>9)</sup>ものの、この症例の場合、ペースメーカーを VVI に変換して行えば、衝撃波を心電図上不応期に発生させることが可能であり、ペースメーカーを作動させながら ESWL を行い得たのではないかと考えられる。この点については、今後症例を重ねて検討が必要であると思われた。

## 結 語

ペースメーカーを装着した尿路結石症例に対して、

ESWL の 1 治験例を報告した。ペースメーカーは DVI のため一時的にペースメーカーの作動を止めて ESWL を施行したが、VVI に変換して行えば、ペースメーカーしながら ESWL 治療が可能であると思われた。

本論文の要旨は、第 36 回日本泌尿器科学会中部総会において発表した。

## 文 献

- 1) Parsonnet V, Furman S and Smyth NPD: Implantable cardiac pacemakers: status report and resource guide line. *Am J Cardiol* 34: 487-500, 1974
- 2) Parsonnet V, Furman C and Smyth NPD: A revised code for pacemaker identification. *Pace* 4: 400-403, 1981
- 3) Chaussy C: Extracorporeal shock wave lithotripsy, new Aspects in the treatment of kidney stone disease. Karger 1982
- 4) Schmiedt E and Chaussy C: Extracorporeal shock-wave lithotripsy of kidney and ureteric stones. *Urol Int* 39: 193-198, 1984
- 5) Chaussy C, Schmiedt E, Jocham D, Schuller J, Brandl H and Liedl B: Extracorporeal Shock-Wave Lithotripsy (ESWL) for treatment of urolithiasis. Special issue to *Urology* XXIII: 59-66, 1984
- 6) 金光直美, 鈴木正之, 稲田 豊: ESWL (衝撃波体外碎石) 療法の麻酔経験. *麻酔* XXXIV: 1688-1693, 1985
- 7) Frank M, McAteer E, Cohen D and Blair J: One hundred cases of anaesthesia for extracorporeal shock wave lithotripsy. *Ann R Coll Surg Engl* 67: 341-343, 1985
- 8) Hunter PT, Finlayson B, Hirko RJ, Voreck WC, Walker R, Walck S and Nasr M: Measurement of shock wave pressure used for lithotripsy. *J Urol* 136: 733-738, 1986
- 9) 黒河内信夫・清野誠一: ペースメーカーと麻酔. *臨床麻酔* 10: 649-655, 1986

(1987年 8月24日受付)