

Sonolith σ を用いた ESWL の臨床経験

国保旭中央病院泌尿器科 (部長: 村上信乃)

金水 英俊, 野村 博之, 及川 剛宏, 浜野 聡

鈴木 規之, 田中 方士, 村上 信乃

千葉大学医学部泌尿器科学教室 (主任: 伊藤晴夫教授)

伊 藤 晴 夫

ELECTROCONDUCTIVE LITHOTRIPSY:
CLINICAL RESULTS OF THE SONOLITH σ

Hidetoshi KINSUI, Hiroyuki NOMURA, Takehiro OIKAWA, Satoshi HAMANO,

Noriyuki SUZUKI, Masashi TANAKA, Shino MURAKAMI

From the Department of Urology, Asahi General Hospital

Haruo ITO

From the Department of Urology, Chiba University School of Medicine Hospital

The electroconductive lithotripter (ECL) is a new concept for shockwave generation in which a highly conductive solution channels the discharge between the anode and cathode. Out of 152 patients treated, complete follow up data were available on 151 patients. The average number of shocks per treatment was 2,138. At 3 months the overall stone-free rate was 73.5%. Success rate, defined as stone-free or asymptomatic residual fragments measuring 4 mm or less, was 84.9% for renal and 94.9% for ureteral calculi. The overall success rate for all calculi was 89%.

(Acta Urol. Jpn. 45: 601-604, 1999)

Key words: ESWL, Sonolith σ , Electroconductive electrode

緒 言

1980年 Chaussy¹⁾ らによって臨床応用された体外衝撃波結石破碎術 (extracorporeal shock wave lithotripsy: ESWL) は, 現在本邦でも多くの施設で上部尿路結石症に対する治療の第1選択となっている。現在ではいわゆる第2世代, 第3世代といわれる機種が登場し, 結石破碎効果の増大, 治療時の疼痛および皮下出血などの副作用の軽減, 結石の位置決めによるさまざまな工夫がなされている。今回われわれは, 超音波および digital slit-scan X 線位置決めシステム, 電気伝導式電極 (electroconductive electrode), 新設計の, 浅い半球状をしたジェネレーター (Diatron III) を組み合わせた新しい結石破碎装置, Sonolith σ (フランス Technomed Medical Systems 社製) を用いた ESWL の治療成績を報告する。なお, Sonolith σ と Sonolith 4000 は同一機種である。

対 象 症 例

1998年3月から同年12月までの10カ月間に当科を受診した上部尿路結石患者152例 (男性109例, 女性43例)。患者の年齢は19~82歳 (中央値48歳)。患側は左81例, 右71例。結石の大きさは4~150 mm (中央値

10 mm)。治療対象結石部位は, 腎杯憩室 腎実質 (R₁) 6例, 腎盂 腎杯 (R₂) 71例, 腎盂尿管移行部 (R₃) 16例, 上部尿管 (U₁) 56例, 下部尿管 (U₃) 3例である。なお, 中部尿管 (U₂) 症例はTULの適応とした。

方 法

Technomed Medical Systems 社製体外衝撃波結石破碎装置 Sonolith σ を使用して ESWL を施行した。また, Digital slit-scan X 線で結石の位置決めを行った。その後腎結石に対しては超音波でリアルタイムに結石の破碎状態をモニターし焦点の微調整を行った。また, 尿管結石に対しては Digital slit-scan X 線による位置決めを500~1,000ショット毎に1度行い, 結石位置を確認しながら治療を行った。原則としてショット数は, 腎 尿管結石ともに3,000以下とした。また, 治療は無麻酔にて行い, 疼痛コントロールとしてジクロフェナクナトリウム坐薬 25~50 mg を使用し, 必要に応じてペンタゾシン 15~30 mg, アタラックス P 25~50 mg を静注した。本装置での衝撃波発生のトリガーは心拍同期のほか, 1分間120回までの任意の設定も可能であるが, 今回は心電図のR波をトリガーに照射した。術中全症例で, 心電図と血圧

Table 1. Three-month success rates according to stone size and location.

部位	(結石サイズ (mm))		計
	10 mm 以下	11 mm 以上	
R1	1/ 1 (100%)	1/ 5 (20%)	2/ 6 (33.3%)
R2	42/43 (97.7%)	19/28 (67.9%)	61/ 71 (85.9%)
R3	6/ 6 (100%)	10/10 (100%)	16/ 16 (100%)
R1~3	49/50 (98%)	30/43 (70%)	79/ 93 (84.9%)
U1	37/38 (97.4%)	16/18 (88.9%)	53/ 56 (94.6%)
U3	1/ 1 (100%)	2/ 2 (100%)	3/ 3 (100%)
U1+3	38/39 (97.4%)	18/20 (90%)	56/ 59 (94.9%)
計	87/89 (97.8%)	48/63 (76.2%)	135/152 (88.9%)

をモニターした。治療はX線 超音波上結石陰影が不明瞭になるまで行い、翌日の KUB で破碎が不十分(直径 5 mm 以上の残石)の場合は再治療を原則とした。再治療の場合は、腎結石で 4~6 日間、尿管結石で 1~3 日間のインターバルをおいた。治療効果は、3 カ月後に KUB, DIP を撮影し、結石陰影なし (stone-free), 直径 4 mm 以下の無症状の残石 (clinical success), 直径 5 mm 以上の残石または閉塞性の残石 (failure) と分類した。直径 20 mm を超える症例では、尿管の閉塞防止のため術前にダブル J ステントを留置した。経過観察中に stone-street を形成した場合は TUL の適応を検討した。

結 果

Sonolith σ による ESWL を施行した152例中151例について 3 カ月後の評価が可能であった (Table 1)。治療対象となった症例全体では151例中135例 (89%) で clinical success 以上の評価が得られた。結石の大きさ別では、10 mm 以下の症例で97.8%に、11 mm 以上の症例で76.2%にそれぞれ clinical success 以上の評価が得られた。また、部位別では、腎杯 腎実質で33.3%に、腎盂 腎杯で85.9%に、上部尿管で94.6%に、腎盂尿管移行部、下部尿管では全例に clinical success 以上の評価が得られた。1 治療あたりに照射した総衝撃波数は、2,138 (500~3,000) であった。これらの治療は2例を除いて無麻酔下に施行し、鎮痛目的で前投薬としてジクロフェナクナトリウム坐薬 25~50 mg を使用したが、治療中に疼痛が増強した84例 (55.2%) に対してペンタゾシン 15~30 mg, アトラックス P 25~50 mg を静注し治療続行可能であった。難治性のサンゴ状結石症例 2 例に対して 1%カルボカインによる硬膜外麻酔を施行の上治療を行った。治療中、後の大きな合併症はなく、治療直後の肉眼的血尿はほぼ全例に認められたがいずれも 1~2 回の排尿にて軽快した。また、2 例において腎被膜

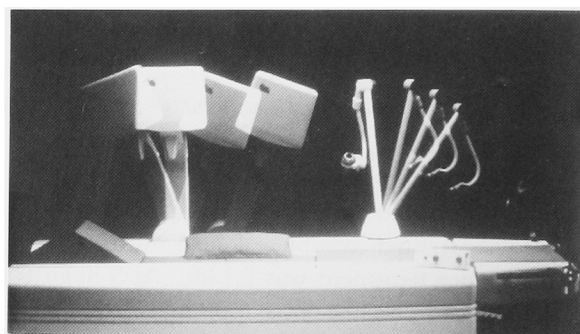


Fig. 1. The ultrasound localization arm has six degrees of freedom and may be mobilized as a regular ultrasound probe, permitting stone localization with 2 mm precision. The integrated digital slit-scan localization system is a new design that requires two images taken at different incidences to complete stone targeting.

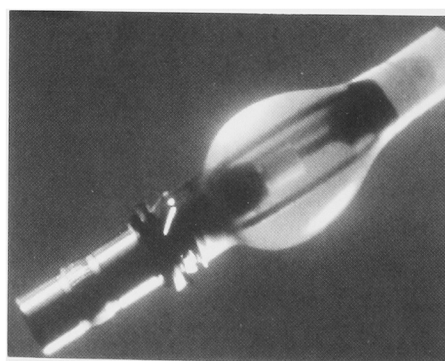


Fig. 2. Electroconductive electrode. Outer envelope is filled with highly conductive medium.

Table 2. Type of auxiliary procedures

ダブル J カテーテル留置	11例 (7.3%)
TUL+ダブル J カテーテル留置	21例 (14%)
TUL+腎瘻造設	2例 (1.3%)
腎瘻造設	2例 (1.3%)

Table 3. Stone success-rate per lithotripter

部位	Sonolith σ		EDAP LT-01		EDAP LT-02		YACHIYODA SZ5000		SIEMENS LITHOSTAR	
	例数	(%)	例数	(%)	例数	(%)	例数	(%)	例数	(%)
R1	6	33.3	56	60.7	50	74.0				
R2	71	85.9	827	89.8	577	93.8	21	80.9	25	92.0
R3	16	100.0	194	88.1	143	96.5			1	0.0
計	93	84.9	1,077	88.0	770	93.0	21	80.9	26	88.4
U1	56	94.6	461	85.7	442	97.1	9	88.9	19	94.7
U3	3	100.0	111	92.8	227	99.6	4	100.0	4	100.0
計	59	94.9	596	85.4	783	97.8	13	92.3	23	95.7

下血腫を合併したがごく軽度のため経過観察で十分であった。

考 察

本邦における ESWL は1984年より臨床応用が始まり、以後多くの ESWL 機器が開発されている。現在は、衝撃波の発生方法、第2焦点、結石の位置合わせ方式によりさまざまな機種が普及しつつある。今回使用した Sonolith σ の技術的特徴は、電気伝導式電極 (electroconductive electrode)、新設計の、浅い半球状をしたジェネレーター (Diatron III)、多関節型超音波診断装置および Digital slit-scan X 線診断装置である (Fig. 1)。本装置の電気伝導式電極は高伝導液中で放電する構造 (Fig. 2) で、第一焦点における正確で安定した放電を行い、第2焦点での衝撃破の圧力分散がきわめて少ない (5%未満)。原理的には、電極間のプラズマが一定に正確に放電されるためにエネルギー発生効率が高く、破碎効果に優れるという報告がある³⁾ また、ジェネレーターの楕円形が浅くなり患者の肌を衝撃破が通過する面積が増大するため、治療中の疼痛が軽減する³⁾ 今回、われわれの治療では55.2%と約半数の患者に対してペンタジン アトラックス P を使用し、他機種に比べて疼痛頻度が高い結果になっているが、治療開始後エネルギー出力を徐々にあげてゆくことにより最近の痛み止めの使用頻度は低くなってきている。Sonolith 4000 (Sonolith σ) による尿路結石破碎治療は、フランスでは1993年より FLAM らにより行われ、破碎後3カ月後の完全排石率は82%と優れた治療成績を報告している^{2,3)} 今回、腎杯憩室 腎実質以外の部位では、clinical success の割合は約80~100%と高い治療効果が得られ、特に腎盂尿管移行部から尿管にかけては結石のサイズにあまり影響を受けなかった。これは、正確な焦点あわせが可能であれば結石の部位によらず高い破碎効果が得られることを示している。しかし、腎杯憩室 腎実質内の結石は破碎されても排石されづらいため破碎後も残存している。また、直径が20 mm を越える結石症例、破碎不良症例、敗血症合併症例に対して補助療法

を施行した (Table 2)。ダブル J カテーテル留置、TUL を併用することによりさらに安全、確実に治療を進めることができると思われる。

本機種と EDAP LT-01, LT-02⁴⁾, YACHIYODA SZ 5000⁵⁾, SIEMENS LITHOSTAR⁶⁾ の上部尿路結石破碎効果を比較する (Table 3)。本機種は他機種と比較してすべての上部尿路結石に対して高い破碎率を示し、特に腎盂尿管移行部から尿管の結石に対しては95%以上の破碎率を示している。結石探査において、本装置は多関節型超音波診断装置および Digital slit-scan X 線診断装置の組み合わせにより、患者を移動させることなく腎盂から尿管下端までのあらゆる上部尿路に容易にフォーカシングでき、また、被曝量も従来の2方向X線透視装置の6~7% (最大被曝線量は3 mAs³⁾) となっており、患者の無用な被曝を避けることができる。結石の位置合わせにおいて、患者の呼吸の位相による焦点のぶれは無視できない問題である。焦点をあわせる際なるべく浅い呼吸状態で位置決定をし、また、500~1,000ショット毎に焦点のチェックを行うことにより良好な破碎効果を生むと思われる。副作用について当科では、軽度の肉眼的血尿、腎被膜下血腫を合併するのみで、これまでの諸家の報告でも重篤なものは報告されておらず³⁾ 安全性に問題はないとされている。腎被膜下血腫は現在までのところ2例 (1.3%) に発生しているが、今後さらに症例を積み重ねていく必要がある。

結 語

Sonolith σ による ESWL の治療成績について若干の文献的考察を加えて報告した。本装置は、X線と超音波の組み合わせにより腎から尿管までのあらゆる上部尿路の結石を破碎可能であり、高い治療効果を示した。

文 献

- 1) Chaussy CH, Brendel W and Schmiedt E: Extracorporeally induced destruction of kidney stones by shock waves. Lancet 2: 1265-1268, 1980

- 2) Flam TA and Debre B : New shock-wave generator for the Sonolith 4000 : Initial Results. *Therapy N°* **3** : 13-15, 1992
- 3) Flam TA, Boursion M, Thiounn N, et al. : Electroconductive lithotripsy : principles, experimental data, and first clinical results of the sonolith 4000. *J Endourology* **8** : 249-255, 1994
- 4) 林 睦雄, 安本博晃, 奥谷卓也, ほか : 上部尿路に対する ESWL (EDAP LT-02) 1,500例の治療成績. *西日泌尿* **60** : 14-18, 1998
- 5) 西古 靖, 斎藤 功 : YACHIYODA SZ5000 による尿路結石の体外衝撃波破碎術の経験. *泌尿紀要* **40** : 273-277, 1994
- 6) 伊藤一人, 吉田 正, 栗田 誠, ほか : SIEMENS LITHOTRIPTAR (C-tube) による尿路結石に対する体外衝撃波結石破碎術の治療経験. *泌尿紀要* **40** : 273-277, 1994

(Received on June 14, 1999)
(Accepted on August 16, 1999)