

SIEMENS LITHOSTAR (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

社会保険三島病院泌尿器科 (院長: 竹内弘幸)

伊藤 一人, 吉田 正, 栗田 誠, 稲葉 繁樹
田中 克巳, 北村 真, 竹内 弘幸

CLINICAL APPLICATION OF EXTRACORPOREAL SHOCK WAVE LITHOTRIPSY USING SIEMENS LITHOSTAR FOR UPPER URINARY TRACT STONES

Kazuto Ito, Tadashi Yoshida, Makoto Kurita,
Shigeki Inaba, Katsumi Tanaka,
Makoto Kitamura and Hiroyuki Takeuchi

From the Department of Urology, Social Insurance Mishima Hospital

We performed extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) monotherapy on 51 patients with upper urinary tract stones using a Siemens Lithostar (C-tube) from April 1992 to April 1993. On the x-ray film obtained three months after the final ESWL treatments, 24 patients (47%) were free from stone concretions and 22 (43%) had stone fragments less than 4mm. The over-all success rate was therefore 90.2%. No severe side effects were observed. We also examined the relationship between the degree of fragmentation seen on the immediate post-ESWL x-ray and stone status at 3 months. There was no significant correlation between them and the post-ESWL x-ray did not reflect the stone status at three months. In our experience, ESWL monotherapy using a Siemens Lithostar (C-tube) was a safe and effective treatment for upper urinary tract stones.

(Acta Urol. Jpn. 40: 569-573, 1994)

Key words: ESWL monotherapy, Siemens Lithostar, C-tube, Immediate post-ESWL x-rays

緒 言

ESWL は尿路結石の治療法として, 本邦でも10数機種が臨床応用されており, 多施設より治療成績が報告されている. Siemens 社 Lithostar は腎結石のみならず, 尿管あるいは膀胱結石についても治療可能であり, 現在まで衝撃波ヘッドに standard tube を使用し有効性を示した報告は多い. 今回われわれは最新型ヘッドである C-tube を用い治療を行い, その有用性について検討を行った.

対象および方法

1992年4月より1993年4月までの1年間に, 入院の上 ESWL を施行した51例(男性35例, 女性16例, 年齢19歳~81歳)を対象とし, 日本泌尿器科学会の ESWL による結石治療の評価基準¹⁾をもとに検討を行った.

結石の部位 (DL), 大きさ (DS) を Table 1 に示した. 腎盂腎杯 (R2) 25例, 腎盂尿管移行部 (R3) 1例, 上部尿管 (U1) 19例, 中部尿管 (U2) 2例, 下部尿管 (U3) 4例, 結石の大きさは R2, R3 では $4 \leq 10$ mm (DS-3) 7例, $10 < \leq 20$ mm (DS-4) 13例, $20 < \leq 30$ (DS-5) 2例, $30 \text{ mm} < (DS-6)$ 4例で, U1~U3 では DS-3 13例, DS-4 12例であった.

Table 1. Size and location of stones treated with ESWL

	R 2	R 3	U 1	U 2	U 3	ALL
DS-3	7	0	9	1	3	20
DS-4	12	1	10	1	1	25
DS-5	2	0	0	0	0	2
DS-6	4	0	0	0	0	4
ALL	25	1	19	2	4	51

今回治療に用いた Siemens Lithostar は、電磁変換方式による体外衝撃波結石破碎装置で、最新型衝撃波ヘッドである C-tube を搭載している。standard tube に比べ、最高圧力で 50 MPa と 30% 強く、エネルギー密度では従来の standard tube は $0.08 \sim 0.28 \text{ mJ/mm}^2$ であったのに対して C-tube においては $0.08 \sim 0.54 \text{ mJ/mm}^2$ と 2 倍の強度になっている。そのため安全面を考慮して腎結石においては、energy stage 5.0 (0.37 mJ/mm^2) までの使用にとどめた。カップリング面での圧力値は逆に 12 MPa と 25% 低くなっており皮膚面での疼痛は軽減されている。

治療方法は ESWL 施行前日に下剤の内服、30 分前にピロキシカム坐薬 20 mg を投与し、無麻酔で行った。DJ カテーテル留置は長径 2 cm 以上の腎盂結石 6 例中 5 例、長径 18 mm の腎盂尿管移行部結石 1 例に行った。長径 1 cm 以上の嵌頓尿管結石 7 例については、高度の水腎症を示した 3 例において留置を試み、うち 2 例で挿入可能であった。中部尿管結石 (U2) 2 例に対しては尿管カテーテルにより、腸骨稜上部へ結石移動後に治療を行った。X 線陰性結石 3 例に対しては逆行性腎盂造影、排泄性腎盂造影 (DIP) を併用した。原則的に 1 回の治療における投与衝撃波数を 6,000 発までとし、追加治療は 1 カ月後の腎尿管膀胱部単純写真 (KUB) にてやや有効、無

効例に対して行った。治療前後は十分な利尿をはかり、治療翌日に血算、生化、尿検査、尿培養検査と KUB の撮影を行い、3 日目に腎臓超音波断層撮影あるいは DIP を行った。

治療成績は治療 3 カ月後の KUB で判定した。さらに最終治療直後と、治療 3 カ月後の KUB の所見 (Tx(3)) を比較し、最終治療直後における治療効果判定 (Tx(0)) の有用性について検討した。

結 果

結石の大きさと治療回数・衝撃波の平均投与数と治療効果の関係を Table 2 に示した。平均治療回数は DS-3 1.1 回、DS-4 1.2 回、DS-5 2.5 回、DS-6 3.8 回であった。Tx(3)-0 (残石なし) + Tx(3)-1 (4 mm 以下の残石) は DS-3 100%, DS-4 88.0%, DS-5 100%, DS-6 50.0% であった。

結石部位別の治療回数、衝撃波の平均投与数、結石の平均の大きさと治療効果を Table 3 に示した。平均治療回数は R2+R3 は 1.6 回、U1 は 1.3 回、U2 が 1.0 回、U3 が 1.0 回であった。治療 3 カ月後の有効破碎率 (Tx(3)-0, Tx(3)-1) は R2+R3 が 88.5%, U1 が 94.7%, U2 は 50.0%, U3 は 100% であった。

全症例では、1 症例当たりの平均治療回数は 1.4 回、平均投与衝撃波数は 6,804 発で、1 回の治療における

Table 2. Results at 3 months after ESWL according to the size of stone

SIZE (mm)	n	Average number of treatment	Average number of stone wave given	Results at 3 months after ESWL					Free of stones (%)	0-4 mm fragments (%)
				SF	CF	PF	NC	ALL		
4~10	20	1.1	4120	12	8	0	0	20	60.0%	100.0%
11~20	25	1.2	5926	11	11	2	1	25	44.0%	88.0%
21~30	2	2.5	12540	1	1	0	0	2	50.0%	100.0%
31~	4	3.8	22848	0	2	1	1	4	0.0%	50.0%
ALL	51	1.4	6804	24	22	3	2	51	47.1%	90.2%

SF: stone free, CF: complete fragmentation (less than 4 mm), PF: partial fragmentation (greater than 4 mm), NC: no change

Free of stones: Tx (3)-0, 0-4 mm fragments: Tx (3)-0+Tx (3)-1

Table 3. Results at 3 months after ESWL according to the location of stone

Location	n	Size (mm)	Average number of treatment	Average number of stone wave given	Results at 3 months after ESWL				Free of stones (%)	0-4 mm fragments (%)
					SF	CF	PF	NC		
R2	25	19.8	1.6	7799	9	14	1	1	36.0%	92.0%
R3	1	18.0	1.0	6000	0	0	1	0	0.0%	0.0%
U1	19	11.7	1.3	6193	11	7	0	1	57.9%	94.7%
U2	2	15.0	1.0	5050	1	0	1	0	50.0%	50.0%
U3	4	10.5	1.0	4120	3	1	0	0	75.0%	100.0%
ALL	51		1.4	6804	24	22	3	2	47.1%	90.2%

Table 4. Relationship with post-ESWL x-ray and stone status at 3 months

		Immediate post-ESWL result			ALL
		CF	PF	NC	
Three months result	SF/CF	22	15	9	46
	PF	0	2	1	3
	NC	0	0	2	2
	ALL	22	17	12	51

治療時間は57分, 衝撃波数は4,754発であった。治療効果は Tx(3)-0 が24例 (47.1%), Tx(3)-1 が22例 (43.1%), Tx(3)-2 (4 mm 以上の残石) が3例 (5.9%), Tx(3)-3 (変化なし) が2例 (3.9%) であり, 有効破砕率 (Tx(3)-0+Tx(3)-1) 90.2%であった。

結石分析ができた14例では, CaOx 7例, CaOx・Cap 6例, Cystine 1例であった。

ESWL を3回施行したが, 最終治療1カ月後の KUB でも変化を認めなかった症例が2例あった (Tx(1)-3)。1例は Cystine による両側サンゴ状結石で右腎切石術を施行した。左腎結石については腎機能のチェック, 結石溶解療法を施行しつつ治療法について検討中である。1例は数年来の右上部尿管結石で DIP 上高度水腎症を認め, 嵌頓結石の所見を示した。逆行性の尿管カテーテルの挿入は尿管口より3 cm 以上は不可能であったため, 右尿管切石術を施行した。結石成分は CaOx であった。

副作用に関しては, 38度未満の発熱 (CF-1) を9例 (18%), 処置を必要としない肉眼的血尿 (CH-1) を44例 (86%) 鎮痛剤投与を必要とする疼痛 (CP-1) を18例 (35%) に認めたが, 菌血症 (CS), 尿路の形態的損傷 (CI) などは経験しなかった。

ESWL 直後と3カ月後における治療効果判定の関係を Table 4 に示した。治療直後に碎石効果なし (Tx(0)-3) と判定された12例のなかに, 3カ月後残石なしあるいは4.0 mm 以下の残石 (Tx(3)-0, -1) と判定された症例が9例認められ, また治療直後碎石効果あるも排石が期待できない (Tx(0)-2) と判定された17例中, Tx(3)-0, -1 と判定された症例が15例見られた。

考 察

ESWL は上部尿路結石に対して非侵襲的かつ治療効果・安全性の高い理想的な治療である。最近では治療対象も中下部尿管結石, 膀胱結石まで広がり, 99% の結石が破砕可能だといわれている²⁾。しかし2 cm を越える腎結石, 尿管に嵌頓している結石などいわず

る problem stone に対する適切な内視鏡手術との併用に関して治療効果, 侵襲性の両面からの検討が必要で, 現在もまだその適応について一定の見解はえられていない。われわれは ESWL 単独療法を Siemens Lithostar の最新式ヘッド C-tube を用いて行い, 治療効果, 副作用について検討した。また治療直後の効果判定 (Tx(O)) の診断価値についても合わせて検討を行った。

まず最終治療3カ月後の有効率について検討すると, R2+R3 においては88.5%, そのうち DS-4 以下にかざると100%であった。腎結石と比較して有効率が劣るといわれている尿管結石についても今回は DS-4 以下の症例のみしか検討に含まれていないが, U1 では94.7%, U3 においては4例と症例が少ないものの有効率は100%であった。Lithostar の standard tube を用いた治療成績は, 諸家により Tx(0)-0, -1 が76.3~83.5% (尿管結石では71.6~84.7%)³⁻⁵⁾, Tx(1)-0, -1 は83.9% (尿管結石では81.9%)⁶⁾, Tx(3)-0 は57.8~90.0%^{4,5,7)}, Tx(3)-0, -1 は75.0~86.0%^{4,8)}, 平均治療回数1.4~3.4回と報告されている。今回のわれわれの結果では Table 2, 3 に示したように平均1.4回と少ない治療で腎結石のみならず尿管結石においてもすぐれた有効破砕率を示した。完全排石率については47.1%と諸家の報告と比べ低いが, 4 mm 以下の残石を示したうち DIP 上問題のあった症例はなく, 経過観察可能であると考えられた。

DS-6 (30 mm<) は4例のみであるが有効破砕率50%と他施設の報告と同様に治療効果は低下した。大量の衝撃波投与に伴う腎障害に関する多数の報告⁹⁻¹¹⁾, stone street が生じた場合の長期尿管完全閉塞による腎機能障害の危険性¹²⁾, PNL と ESWL の併用療法によって75~90%の成功率がえられる¹³⁻¹⁵⁾ ことなどから今後の治療成績次第では PNL の併用も考慮しなければならない。しかし Hendrick ら¹⁶⁾ による Siemens Lithostar (standard tube) をもちいたサンゴ状結石に対する ESWL 単独療法50例 (DJ ステントは41例に留置) の報告では, 平均治療回数3.6回, 平均衝撃波数12,500発で74%の有効破砕率がえられ, 副作用も1例に保存的に治療可能な腎被膜下血腫を認めたのみとされていることから, ESWL 単独療法の有用性, 危険性についても検討を重ねる必要がある。

長期嵌頓した尿管結石についても検討すべき点は多い。Mueller ら¹⁷⁾ は尿管結石で押し上げの成功した症例の破砕率は97%, 押し上げ不成功症例では67%であったと報告している。また横山ら¹²⁾は破砕困難だっ

尿管結石の94%が長期嵌頓したものであったとしている。われわれも嵌頓結石7例のうち短期の5例においては有効破砕率100%と良好だが、長期間の2例はTx(3)-2, -3であった。嵌頓結石に対する当院の治療方針は、C-tubeの破砕力を考えまずin situでESWLを行い、破砕効果の少ないものについては尿管カテーテルによる結石押し上げ、もしくはDJカテーテル留置による尿路閉塞解除後ESWLを行っている。尿管カテーテルが結石下端までしか挿入できないときのカテーテル留置の効果の有無については“ある”¹⁷⁾とする報告と“ない”^{18,19)}との報告があるが、留置のままESWLを行い、その上で破砕効果のないものについてはTULを行うべきであると考えている。

副作用は前述したように重篤なものは認められなかった。衝撃波エネルギーが高くなったことによって心配された腎被膜下血腫は臨床的には認められなかった。しかしKaudeら²⁰⁾はMRIにて38例中9例(24%)に、東ら²¹⁾はCTにて600例中8例に腎被膜下血腫を認めたとしていることから理学的所見、血液所見で出血が示唆されたら早期のCTなどによる精査が必要である。今後C-tubeの腎結石に対する衝撃波エネルギーの上限についての検討も行っていく必要がある。

ESWL直後と3カ月後のKUBの比較に関してMuhammadら²²⁾は77例の検討で、直後のレントゲン上変化がない26例中18例は3カ月後には完全破砕あるいは残石がなしであったとしている。今回われわれの検討でもTable 4に示すごとく治療直後のレントゲン上碎石効果あるも、排石が期待できないあるいは碎石効果なしと判定された29例中24例が3カ月後は残石なしあるいは4mm以下の残石のみとなっており、治療直後のKUBでは将来の結石の状態を予測することはできないといえた。このことから治療直後のレントゲン所見のみで追加治療の決定をするのではなく、尿路閉塞症状が強くない場合は経過観察が最小限の衝撃波での治療をめざす上で必要であると考えられた。

稿を終えるに当たり、終始ご指導とご校閲を賜りました群馬大学泌尿器科学教室山中英寿教授に深謝いたします。

文 献

- 1) 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
- 2) Lingman JE, Newman D, Woods JR, et al.: Extracorporeal shock wave lithotripsy: The methodist hospital of Indiana experience. J Urol 135: 1134-1137, 1986
- 3) 古川敦子, 横関秀明, 前林浩次: 外来におけるESWL 施行例の治療成績. 日泌尿会誌 84: 164, 1993
- 4) 黒子幸一, 山越昌成, 大山 登, ほか: 上部尿路結石に対する ESWL の治療成績. 日泌尿会誌 84: 164, 1993
- 5) 野島道生, 西村健作, 吉岡 優, ほか: Lithostar による尿管結石の治療経験. 日泌尿会誌 84: 164, 1993
- 6) 間宮良美, 土屋 哲, 三木 誠, ほか: 外来における ESWL 実施例の検討. 日泌尿会誌 83: 876, 1992
- 7) 間宮良美, 栃本真人, 塩沢寛明, ほか: 長径2cm 以上の腎結石に対する ESWL の検討. 日泌尿会誌 83: 777, 1992
- 8) 遠坂 顕, 吉田謙一郎, 諏訪多順二, ほか: 上部尿路結石に対する ESWL (Lithostar) 単独治療の成績. 日泌尿会誌 83: 761, 1992
- 9) Abrahams C, Lipton S and Ross L: Pathologic changes in the kidneys and other organs of dogs undergoing extracorporeal shock wave lithotripsy with a tubeless lithotripter. J Urol 140: 391-394, 1988
- 10) Rubin JI, Arger PH, Pollack HM, et al.: Kidney changes after extracorporeal shock wave lithotripsy: CT evaluation. Radiology 162: 21-24, 1987
- 11) 片山靖士: 各種腎結石手術の腎機能におよぼす影響-^{99m}Tc-DMSA 腎シンチグラフィーを用いた腎機能評価: 日泌尿会誌 82: 1588-1593, 1991
- 12) 横山正夫, 東海林文夫, 柳沢良三, ほか: ESWL 単独療法による上部尿路結石の治療経験. 日泌尿会誌 78: 2079-2086, 1987
- 13) McCullough DL: Report of American Urological Association ad hoc committee to study the safety and clinical efficacy of current technology of percutaneous lithotripsy and noninvasive lithotripsy. May 22, 1986
- 14) Kahnoski RJ, Lingeman JE, Mosbaugh PG, et al.: Combined percutaneous and extracorporeal shock wave lithotripsy for staghorn calculi: An alternative to anastrophic nephrolithotomy. J Urol 135: 679-681, 1986
- 15) Shulze H, Graff LHJ, Senge T, et al.: Combined treatment of branched calculi by percutaneous nephrolithotomy and extracorporeal shock wave lithotripsy. J Urol 135: 1138-1141, 1986
- 16) Hendrick V and Luc B: Extracorporeal shock wave lithotripsy monotherapy for staghorn stones with second generation lithotripters. J Urol 143: 252-256, 1990
- 17) Mueller SC, Wilbert D, Trueroff JW, et al.: Extracorporeal shock wave lithotripsy of ureteral stones: Clinical experience and experimental findings. J Urol 135: 831-834, 1986

- 18) Fetner CD, Preminger GM, Seger J, et al.: Treatment of ureteral calculi by extracorporeal shock wave lithotripsy at a multiuse center. *J Urol* **139**: 1192-1194, 1988
- 19) 山本啓介, 加藤禎一, 熊田憲彦, ほか: 尿管結石およびシスチン結石に対する ESWL. *泌尿紀要* **37**: 1121-1124, 1991
- 20) Kaude JV, Williams CM, Millner MR, et al.: Renal morphology and function immediately after extracorporeal shock wave lithotripsy. *AJR* **145**: 305-313, 1985
- 21) Higashi Y, Kita Y, Kuze M, et al.: Eight cases of subcapsular hematoma after ESWL. *Jpn J Endourol ESWL* **2**: 132-139, 1989
- 22) Muhammad AB, Mary AH, Dominique I, et al.: Accuracy and durability of immediate post-ESWL x-ray in assessing stone fragmentation. *J Urol part 2* **147**: 218A, abstract 20, 1992

(Received on September 27, 1993)
(Accepted on March 14, 1994)