

EDAP, LT-01 装置による体外衝撃波 腎・尿管結石破碎術の経験

倉敷成人病センター泌尿器科 (部長: 荒木 徹)
荒木 徹, 高本 均, 畠 和宏

EXTRACORPOREAL SHOCK WAVE LITHOTRIPSY WITH EDAP LT-01 LITHOTRIPTOR

Tohru ARAKI, Hitoshi TAKAMOTO and Kazuhiro HATA

*From the Department of Urology, Center for Adult Disease
(Chief: Dr. T. Araki)*

Extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) by EDAP LT-01 was used to treat 77 patients with upper urinary tract stones. A total of 218 sessions were performed for 111 stones in 52 kidney units and 41 stones in 37 upper ureter units, and 77% of the 52 kidney stone units and 62% of the 37 ureter units were completely disintegrated. The success of fragmentation of kidney stones differed with the size of the stone, 96% of the stones less than 21 mm and 63% of the 8 stones between 21 and 30 mm were successfully fragmented. The success of fragmentation of ureteral stones differed auxiliary manipulation. Eighty-one percent of the 21 ureteral stones moved into the kidney, were successfully disintegrated, but 40% of the 20 stones unmoved could be disintegrated with retrograde manipulation. Of the 62 successful units, 89% became stone free within 3 months. Complications were subcapsular renal hematoma in 3 patients and obstruction in 5 patients. The initial 25 patients were treated under epidural anesthesia and 52 patients were treated without anesthesia. The results show that the indication of ESWL with LT-01 is better for the stones smaller than 30 mm and the indication should be determined after a couple of sessions for stones greater than 30 mm. ESWL with LT-01 can be performed on an out-patient basis without anesthesia in many cases.

Key words: Urolithiasis, ESWL, EDAP LT-01

Dornier 社が開発した Extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) 装置 (Dornier HM-3)¹⁾ は摘出を要する尿路結石の第一選択治療として世界で活躍している。これに続いて最近は独自の工夫と改良を加えた第二世代の ESWL 装置が次々に開発されている。われわれはそれらの中、フランスの EDAP 社が開発した LT-01²⁾ の臨床試験を行ったので、治療終了後 3 カ月以上経過をみた 77 例の成績を報告する。

1. EDAP, LT-01 の特徴

LT-01 の第 1 の特徴は圧電効果 (piezo-electric) で衝撃波を発生することである。圧電効果とは水晶、セラミックなど圧電素子に電極をかけると素子の体積が変化してある種のエネルギーを生じる現象をいい、これが本装置の衝撃波発生原理である。LT-01 の圧電素子は直径 20 mm、厚さ 5 mm のセラミック板で、320 個が各々個別の信号発信モジュールに連結し

ている。LT-01 の衝撃波は約 50 万分の 1 秒という極く短時間の波であるため心臓への影響がない。したがって、衝撃波の発射頻度を 1.25, 2.5, 5, 10 以下 160 ヘルツ (Hz)、つまり 1 秒間 1.25 発から 160 発まで加減できる。本装置の圧電素子は半永久的耐久力をもつので spark wave における消耗品電極が要らない。さらに患者を水槽につける必要がない、衝撃波発生時の騒音が小さい、維持費が安い、値段が Dornier 機の半額以下なので治療費が安くなる。といった利点をもつ。第二の特徴は結石の探査、照準を超音波エコーで行うことである。この点は患者の X 線被曝を減らし、治療中衝撃波が焦点をずれないよう観察できるなどの利点をもつが、他方、本装置の欠点でもある。このことは後述する。

さらに本機の最大の利点は多くの場合、麻酔が不要で、外来治療が可能なことである。

2. 装置と操作

LT-01 の中核、治療ヘッドの構造を Fig. 1 に示す。凹面形の底面に 320 個の衝撃波発生装置が焦点に向けて放列を敷く。その中央に結石を探查、照準する 5MHz のセクタエコープローブが突出している。治療ヘッドの上半は脱気水を満たした water bag で、その天井の薄いゴム製ダイヤフラムが患者に接する部分である。

患者は治療ヘッドが当たる部分だけ空けたベッドに仰臥し、ゼリーをつけたダイヤフラムを目標結石の背部皮膚に密着させる (Fig. 2. 小骨盤内結石の場合は膀胱を通して探查するので腹臥位をとる)。治療ヘッドは 3 軸方向への移動、2 軸方向へのローテーションにより結石に照準する。肋骨や脊椎横突起に結石が重なる場合はベッドを 2 軸方向に傾斜させて探查照準する。焦点はエコーモニター画面に三角形の頂点として

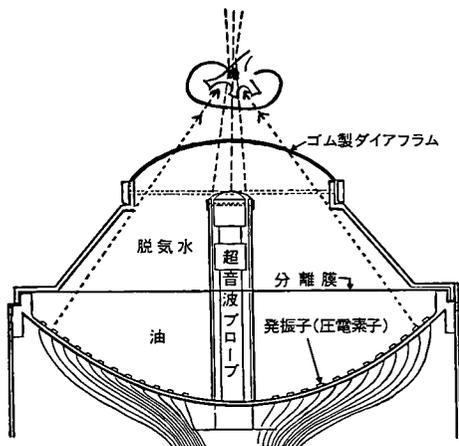


Fig. 1. Structure of the treatment head of LT-01.

表示され (Fig. 3), 衝撃波は直径約 5 mm, 高さ 15 mm の円筒状焦点に集中する。治療中照準が脱れぬようモニター画像を常時観察する。患者は音楽を聞いたり、希望に応じてモニター像、テレビ、ビデオ、雑誌などを眺め、あるいは片眠りしつつ治療を受ける。

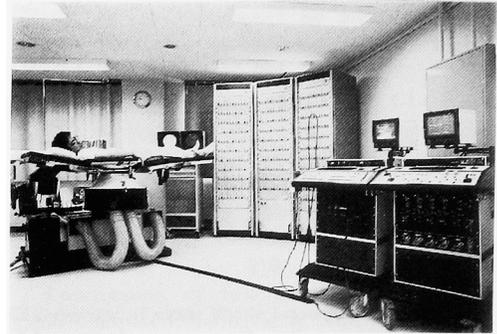


Fig. 2. Apparatus of LT-01. Treatment head and bed (left), signal modulator (center) and operation board (right).

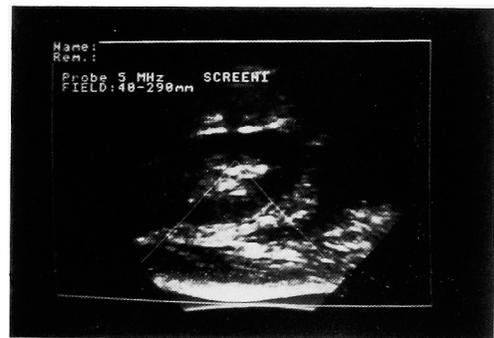


Fig. 3. View on the echo monitor. The stone echo should be placed at the top of the triangle (focus).

Table 1. Materials.

No. of patients 77 (Male 53, Female 24) Age : range 12-83, average 46.7 (treated between the end of 1986 and June, 1987)		
	kidney stone	ureter stone
No. of treatment units (89)	52	37
No. of stones (152)	111	41
Unilateral stone(s)	41	28
Bilateral stones	2	1
Both kidney and ureter stones		7
Single stone	40	33
Multiple stones (including 3 staghorn and a sponge kidney)	12 (max. 24 stones/unit)	4
Stone size (mm. in diameter)	7-64mm	8-28mm
maximum stone size	64 x 39mm	28 x 17mm

Table 2. ESWL.

218 sessions (range 1-12, average 2.4/unit)		
Frequency of shocks used: 1.25, 2.5, 5, 10 and 20/sec. (Hz)		
	kidney unit range (average)	ureter unit range (average)
No. of sessions	1-12 (2.7)	1-7 (2.1)
Total treatment minutes	15-330 (106)	15-240 (83)
Total shocks	1,100-129,000 (29,600)	750-81,000 (19,700)
Max. stone size completely crushed	40x30mm	28x17mm

Table 3. Classification of the results.

	kidney unit (52)	ureter unit (37)
successful : stone free or residual fragments are less than 6mm (≤ 5 mm)	40 (76.9%)	23 (62.2%)
unsuccessful : residual fragments are greater than 6mm (> 5 mm)	11 (21.2%)	8 (21.6%)
no change : no or little change on plain radiographs	1 (1.9%)	6 (16.2%)

3. 症例と治療法

対象症例は1986年末～1987年6月の間に治療を終了し、3カ月以上経過をみた上部尿路結石77例(男53, 女24, 年齢12～83, 平均46.7歳)の52腎, 37尿管である。腎結石は単発結石40腎, 多発結石12腎で結石数111個(最大64×39mm), 尿管結石は単発33尿管, 多発4尿管で結石数41個(最大29×17mm)である(Table 1)。治療前の合併症として脳出血後の片麻痺で臥たきり, T₁₁ 脊損による臍下完全麻痺, 高度の脊椎後弯, 単腎者, 両側尿管皮膚瘻および海綿腎の集合管内多発結石各1例, 狭心症の既往者2例があったが, いずれも治療の障害にはならなかった。

これらに対し総計218回の ESWL を行った (Table 2)。われわれが使用した衝撃波発射頻度は硬膜外麻酔例には 10 Hz, 時に 20 Hz, 一方無麻酔例には 5 Hz 以下, 時に 10 Hz である。1.25 Hz で治療すると 10 Hz で治療する場合とでは同じ治療時間内に発射される衝撃波数には 8 倍の差があるが, いずれの場合も 1 回の治療時間は 10 分から 80 分, 平均 46 分であった。

腎結石に対する 1 腎当りの治療回数は 1～12 回, 平均 2.7 回, 治療時間 15～330 分, 平均 106 分であった。LT-01 には衝撃波数は表示されないが, 使用した Hz と治療時間から算定すると 1 腎当りの衝撃波数は 1, 100～129, 000 発, 平均 29, 000 発であった。尿管結石は 1 尿管当りの治療回数 1～7 回, 平均 2.1 回, 治療時間

15～240分, 平均83分, 衝撃波数750～81, 000発, 平均19, 700発であった。

治療前処置として十分な飲水をすすめた。狭心症の既往をもつ2例には治療中心電図モニターをつけたが異常はみられなかった。治療後は初期の症例にのみ抗生剤と止血剤を添加した500mlの点滴を行ったが, 後半の症例と外来治療者には飲水と排石しやすい体位をとるようすすめたのみである。

治療効果の判定は原則として治療翌日, 7日目, 2～4週後の腹部単純撮影(KUB)で行った。1カ月後残石がある症例はその後適宜KUBを撮った。DIPは適宜追加した。KUB上結石消失または残石があっても5mm以下のものを「成功(successful)」6mm以上の残石例を「不成功(unsuccessful)」, 変化なかったものを「不変(no change)」とした(Table 3)。また副作用チェックのため治療後の血液, 尿検査を行った。

4. 結果

1)成功率 (Table 3): 腎結石52腎の成功率は76.9% (残石なし67.3%, 5mm以下の残石例9.6%)であり, 尿管結石37尿管のそれは62.2% (残石なし56.8%, 5mm以下の残石例5.4%)で6例16.2%が不変であった。

2)結石のサイズと碎石結果 (Table 4): 152個の結石個々についての成功率は結石のサイズで大きく異なり, 腎結石においてその差が顕著であった。腎結石

Table 4. Stone size.

kidney stone (111)			stone size (mm)	ureter stone (41)		
successful	unsuccessful	no change		successful	unsuccessful	no change
62 (98%)		1*	≤10	8 (80%)		2
31 (91%)	3		11-20	12 (56%)	7	3
6 (63%)	3		21-30	5 (56%)	1	3
1 (17%)	5		>30			
99 (89%)	11 (10%)	1 (1%)	total	25 (61%)	8 (19.5%)	8 (19.5%)

* stone overlapped with 12th rib

Table 5. Ureteral stone. Pretreatment auxiliary manipulations.

	stone size (mm)	No. of stones	successful	unsuccessful	no change	
1) Push-bang technique	≤10	3	3 (100%)			
	11-20	12	9 (75%)	3*		
	>20	6	5 (83%)	1*		
	total	21	17 (81%)	4 (19%)		
* All of residual fragments were ≤8mm						
2) In situ ESWL with catheter	≤10	3	2 (67%)		1	
	11-20	7	2 (29%)	3	2	
	>20	3			3	
	total	13	4 (31%)	3 (23%)	6 (46%)	
3) In situ ESWL without manipulations	≤10	4	3 (75%)		1	
	11-20	3	1 (33%)	1	1	
	total	7	4 (57%)	1 (14%)	2 (29%)	
Total of ureteral stones			41	25 (61%)	8 (19.5%)	8 (19.5%)
(successful stone manipulation : 21/34 = 62%)						

111個中不変は1個のみで他は全て多少とも破碎され、成功率は99個89%であった。10 mm 以下の腎結石は63個中62個98%、11~20 mm 以下の34個では31個91%、両者合わせて20 mm 以下の場合97個中93個96%に成功した。しかし、21~30 mm の結石は8個中5個63%、31 mm 以上では6個中1個しか成功しなかった。他方、尿管結石41個では成功率25個61%で、8個19.5%は不変であった。10 mm 以下の尿管結石は10個中8個80%、11 mm 以上の31個はサイズで差はなく、17個55%の成功率であった。

なお、成功例の最大径は腎結石では40×30 mm、尿管結石では28×17 mm であった。

3)尿管結石の碎石 (Table 5): 10 mm 前後の尿管結石は何ら補助処置を加えることなく7個中4個は成功した。しかし、それ以上の結石はESWLに先立つ補助処置、すなわち尿管バルンカテーテルを用いて逆行性に結石を腎に押し戻せたか否かが治療の成否を左右した。この補助処置が成功した場合 (push-bang technique) は結石サイズに関係なく21個中17個81%が成功した。不成功4個はわれわれが治療中粉碎されたと誤認したため6~8 mm の破片が残った。翌日のKUBで残石は尿管に戻っていたため再度push-up操作をするに忍びず排石可能とみて経過観察しているが、われわれの軽率な判断を反省させられた。一方、結石が腎に戻らないため結石の下を尿管バルンで閉塞

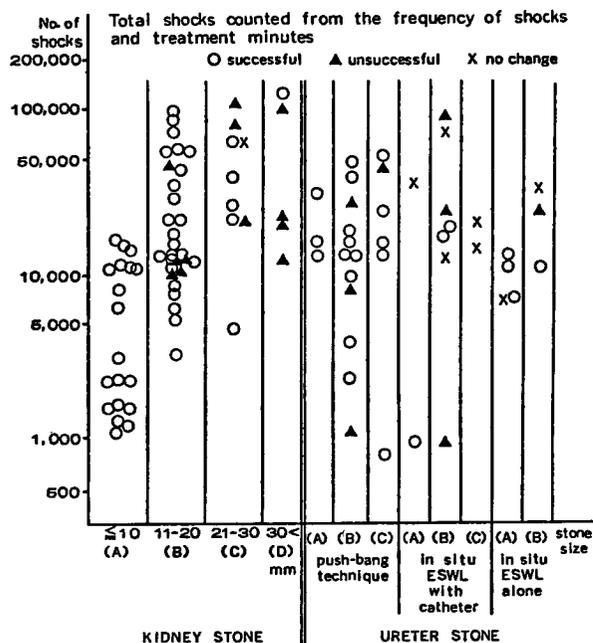
してESWLを行った場合の成功率は13個中4個31%であった。なお、上述の操作で結石の押し上げに成功したのは34個中21個62%であった。

4) ESWL 施行回数 (Table 6): 腎結石の成功38腎の中21腎55%は1回、74%は2回以内、97%は4回以内で終了した。例外的に12回治療を繰り返した症例は40×30 mm 以下24個の結石があったものである。しかし、6~7回繰り返しても完碎に至らぬものも4例あった。これらは治験期間中であつたため患者が希望する限り治療を繰り返したが、その後は大きな結石は1~2回ESWLを試して碎石がはかどらぬ場合PNLを行い、摘出しにくい残石は再びESWLで粉碎する方針をとっている。尿管結石は治療開始当初補助処置を用いなくて治療を繰り返したため治療回数の多い症例がある。補助処置を用いはじめて以後、成功例は大体2回以内の治療で終了している。

5) 碎石に要した衝撃波数 (Fig. 4): 碎石に要した大凡その衝撃波数を使用した Hz と治療時間から算定した。多発結石のためどの結石に何発当たったか判断できないものはこの図にいれていない。破碎成功結石で見ると腎結石はサイズ10 mm 以下なら750~9,000発、同11 mm 以上では1,000~129,000発を要している。尿管結石はサイズに関係なく750~5万発で完碎された。この完碎に要した衝撃波数は前述の尿管結石の失敗例への反省などから碎石に念を入れた結果であ

Table 6. No. of ESWL sessions.
(52 kidney and 37 ureters)

kidney units			No. of ESWL	ureter units		
successful	unsuccessful	no change		successful	unsuccessful	no change
21	1		1	14	3	1
7	2		2	5	1	4
3			3		1	
6	6		4	2	2	1
			5	1		
	2		6	1		
	2		7		1	
1			12			
139 sessions			total			79 sessions
2.7 sessions			average/unit			2.1 sessions
			(218/89=2.4)			



り, 実際にはもっと少ない衝撃波数で完砕されていたと思われる。砕石効率が最も良かったのは腎に押し戻せた 23×10 mm の尿管結石で, 1.25 Hz, 10分間, 衝撃波数750発で成功した。Dornier HM-3 に較べると全般に1~2桁多い衝撃波数を要しているが時間的には大したことはない。例えば 5 Hz で治療しても3分半で1,000発, 35分弱で1万発を当てることができる。

6) 排石に要した日数 (Table 7): 治療が成功した39腎, 23尿管 (他施設で EDTA による溶石灌流が併用された海綿腎の集合管内結石例⁹⁾を除く) の ESWL 終了後完全排石に要した日数は, 7日以内12例19%, 1ヵ月以内33例73%で3ヵ月後も残石が確認されたのは3例5%であった。

7) 結石成分と砕石成績 (Table 8): 排石された砕石

Table 7. Days required to be stone free after ESWL in successful cases.

	stone free	residual fragments	unknown
≤ 1 wk.	12 (19%)		
≤ 1 mo.	33 (73%)		
≤ 3 mos.	10		
> 3 mos.		3	4
	55 (89%)	3 (5%)	4 (6%)

片を採取できた54例の赤外線分析結果を示す。結石が両側あるいは腎と尿管同時併発例ではいずれの破片も鑑別できないため, 治療単位数は半端になっている。症例が少ない上砕石片を採取できなかったものが多いので結石成分と成功率の関係には言及できないが, 蓼

Table 8. Composition of stones.

	units	successful	unsuccessful	no change
Ca-ox	20	18 (90%)	1	1
Ca-ox \geq Ca-P	14	6 (43%)	5	3
Ca-ox < Ca-P	3	2 (33%)	1	
Ca-P	8	6 (75%)	2	
Ca-P > Ca-CO	9	5 (56%)	3	1
Cystine	1	0	1	
Unknown	25	17 (68%)	5	3
	80			

(Ca-ox : Ca-oxalate, Ca-P : Ca-phosphate,)
(Ca-co : Ca-carbonate)

Table 9. Treatment for unsuccessful and no change ESWL cases.

PNL	12
TUL	3
Nephrolithomy*	1
Pyelolithomy*	1
Ureterolithomy	2
Dissolution with drugs (Cystine)	1
Observing course**	4
Hospital change	2

* Subcapsular hematoma case
** Residual fragments are clinically insignificant

Table 10. Complications (77 patients with 218 sessions of ESWL).

	patients
Macroscopic hematuria	77 (100%)
Temperature elevation (>38°C)	12 (15.6%)
Vomiting	12 (15.6%)
Lumbago (dull)	20 (26.0%)
Subcapsular hematoma	3 (3.9%)
Obstruction	5 (6.5%)
(UPJ) 3 (double J stent 2, nephrostomy 1)	
(Ureter ⁵) 2 (double J stent + ESWL 1, TUL 1)	

Table 11. Laboratory changes (77 Patients).

Pyuria : (WBC 10-29/hpf 15)	29 (37.7%)
(\geq 30/hpf 14)	
Blood chemistry	
Hemoglobin decreased	3 (3.9%)
Leucocytosis (9,500 - 17,000/cmm)	17 (22.1%)
LDH increased (362 - 902 u.)	19 (24.7%)
BUN increased (25 - 36mg/dl)	2 (4.5%)*
Creatinine increased (1.7 - 2.8mg/dl)	3 (6.8%)*

* All of them were subcapsular hematoma patients.
** Examined on 42 patients.

酸カルシウム結石の成功率が最も高かった。

8) ESWL 不成功および不変例の処置:不成功ならびに不変例には Table 9 の処置をとった。主なものは PNL 12例, TUL 3例, 尿管切石 2例である。チオラ内服が無効であった 23 mm のシスチン結石は ESWL で 13 mm の破砕片が残ったが, チオラとウラリノトUの併用内服で2カ月後溶石した。不成功で

Table 12. Anesthesia.

	patients	units
Without anesthesia	52	63
With epidural anesthesia	25	26
(With epidural, later without.	3	
(Without, later with epidural.	7	

Table 13. Treatment on out- and in-patient basis.

Out-patient	12
In-patient, later Out-patient	4
In-patient	61

はあったが残石が6~8 mm の4例は経過観察中である。腎被膜下血腫を形成した3例の中2例に対しては腎切石術と腎盂切石術を行い, 残りの1例は経過観察中である。

9)治療後の合併症と臨床データの変化 (Table 10, 11): 主な合併症は腎被膜下血腫と破砕片による尿路閉塞であった。前者は3例⁴⁾にみられ, 発熱, 嘔吐, 疼痛, 貧血を伴い2例には1単位の輸血を行った。2例は尿管バルンで腎盂尿管移行部 (UPJ) を閉塞し 20 Hz で, 他の1例はサンゴ状結石に 2.5 Hz で ESWL を行ったもので, 血腫形成の原因は分からない。3例ともブレドニン内服投与により自覚症状は直ちに消失した。尿路閉塞の5例はダブルJカテーテル留置を主体とする Table 9 の処置を行った。この経験からその後は外来治療を主体にしていることもあって, 尿路閉塞が予想される大きな結石にはあらかじめダブルJカテーテルを尿管に留置して治療している。その他, 血尿は全例にみられたが翌日まで続いたのは半数以下で, ほぼ全例3日以内に消失した。複数回の治療を行った症例では血尿のみられる時とみられない時があった。38°C 以上の発熱と嘔気・嘔吐は12例16%にみられたが腎被膜下血腫を形成した3例以外は1~3日以内に消失した。腰部鈍痛は26%が訴えたがそのほとんどが尿管バルンカテーテル操作を行ったものであり, 鎮痛坐薬か同注射で対処した。その他 stone street は10例に生じたが前述の2例を除く8例は無症状のため放置し10日以内に排石消失した。

臨床データの変化は Table 11 に示したが, 前述の腎被膜下血腫形成例を除いていずれも2週間後には正常化しており, 特別な治療を要しなかった。

10)麻酔 (Table 12): われわれは試験開始当初の症例は持続硬膜外麻酔下に治療した。その後 Vallancien らがすでに150例に無麻酔で外来治療を行っていること⁵⁾を知って以来無麻酔での治療に切替えた。このような経過で77人中52人ははじめから無麻酔で治療した。上記の麻酔を行った25例の中, はじめ無麻酔,

後に麻酔を行ったものは7例である。この7例は1.25 Hz で治療してもなお痛みがあって上記の麻酔を施したものが3例、大きな結石で碎石をはかどらせるべく10 Hz で治療するために麻酔したものが4例である。ただ無麻酔例には全例治療開始20~30分前にケトプロフェン坐薬1個を投与し、治療中痛みを訴える者には鎮痛剤の注射を行ったが、これだけで10 Hz の治療が行える者も少なくない。

このように LT-01 は麻酔なしで治療できるので外来治療が可能である (Table 13)。治験期間であったため77例中61例は入院で治療したが、4例は後に外来治療に切換え12例ははじめから外来通院で治療した。有料治療となると入院費も自費診療になるため、われわれは今後事情の許すかぎり外来治療にするつもりである。

考 察

ESWL が健康保険の適用を受けていないわが国では経済的理由で制約されるが、手術を要する上部尿路結石にはほとんどの場合 ESWL が第一に試みられる治療であることに異論はないであろう。しかし、結石治療に革命をもたらした Dornier HM-3 にも値段、施設、維持費、消耗品電極など経済的な面をはじめ様々な改良を加え得る点がある。それらに工夫を加えた第二世代の ESWL 装置の一つ LT-01 を使用してわれわれが気付いた点を考察する。

結石の探査と照準をエコーで行うことは LT-01 の特徴の一つであるが、これには得失がある。治療中、照準が脱れないように常に観察できること、レントゲンでは見つけ難い無影結石や小結石もエコーでは捉えらる利点がある。とくに患者がこの照準を眺めながら治療を受けられるのは患者に多大の安心感を与えるようで、われわれの症例の多くがそのことを指摘した。他方、骨に重なる結石はエコー探査が不可能なため治療上制約を受ける。肋骨や脊椎横突起に重なる結石はベッドを傾け患者の体位を動かすことで治療可能であるが、小骨盤内結石で膀胱を通して探査できない部分にある結石や骨盤に重なる結石は補助処置を用いて碎石可能範囲へ移動させる必要がある。また、治療ヘッドに内臓されたエコープローブは患者との間に数 cm の水の層を介して結石を探査するので、皮膚に密着させる場合よりも解像力が若干劣る。エコーで結石を探査する手技は10例も経験すれば習熟できるし、多くの場合はエコーだけで探査できる。腎結石は5 mm 前後のものも捉えるに難はないが、尿管のない1 cm 未満の尿管結石や肥満者の結石は捉えにくい場合があ

る。また、結石が破碎されたか否かを確認するにはCアームの透視または KUB が必要である。このような観点からエコーとX線が組み合わせられれば理想的といえる。

圧電方式による衝撃波は短時間の波であるため衝撃波発射頻度を心拍に合わせる必要がなく、1秒間160発まで発射できる。本装置による最初20例は128 Hz で治療された²⁾。しかし治療に当たっては20 Hz を越えると空洞現象 (Cavitation) による破碎力の減弱が生じるため現在は40 Hz 以下が用いられている。衝撃波の破碎力は Dornier HM-3 の最高1,000バールに比べ LT-01 は900バールである。この力の差を数でカバーするのだが、鋳型結石など大きな結石に対する破碎力は HM-3 に劣ると思われる。われわれの成績 (Table 4) からみると LT-01 の適応は30 mm 以下の結石にあり、それより大きい結石には1~2回治療を試したうえで ESWL を続けるべきか否かを判断すべきである。LT-01 の圧電素子数は320個であるが、この数をふやせば破碎力はさらに上がる筈である。しかし、泌尿器科医が Endourology 技術に習熟してきた現在では PNL, TUL と ESWL は互いに相補う治療となった。したがって、ESWL が成功しない場合は PNL, TUL に切換え、それで摘出高きれぬ残石には再び ESWL を行う治療法が一般的になりつつある。また、LT-01 は圧電方式の特徴として焦点が小さく、結石が表面から削り取られるように碎石され、碎石片が細かい、stone street を形成しても短時間で排石するのはこのことに起因するのであろう。

10 mm 前後を越える尿管結石の破碎には前述の補助処置を要する例が多かった。しかし、後に尿管粘膜と結石の間に隙間をつくるべく、ダブルJカテーテルやガイドワイヤーを通して治療すると結石を捉えやすく完全碎石できた症例を経験した。本稿の尿管結石不変例を省みるとエコーで正確に結石を捉えていなかった疑いがある。その後の経験からわれわれは結石に正しく照準すれば粘膜につよく impact されたものでない限り破碎できると考えており、尿管がなくとも尿管結石をエコーで捉えうる方法を考慮中である。

ESWL が成功した39腎、27尿管の排石は1カ月以内に73%が完全排石し、3カ月後残石が確認されたのは5%であった。Dornier HM-3 による碎石片の完全排石について加藤ら⁹⁾は完碎56例中3カ月で86.8% 都ら⁷⁾は患者に排石のための努力を奨めた結果168例中84%が1カ月以内に排石したと報告している。われわれも治療後多量の飲水と排石促進体位を指導しているが、速やかな排石に意を注ぐことは ESWL を行う

者の務めであろう。

術後合併症の中、腎被膜下血腫が3例に生じた。2例はUPJを尿管バルンカテーテルで閉塞して治療したものであった。尿管結石を腎に押戻した場合結石が再び尿管に戻らぬようこの方法をとるが、他の症例には血腫は生じておらず血腫形成の原因は不明である。ただ治療後嘔吐、発熱、血尿が続く場合は血腫を考えCT検査を行うべきである。われわれの場合これらの症例にはプレドニン内服投与が劇的に奏効した。

ESWLの問題点は装置が高額なため治療費がかさむことである。LT-01は消耗品が電気代とゼリーだけで維持費も他の機種に較べて格安である。さらにはんどの場合麻酔不要のため多くの症例に外来治療が可能である。われわれの77例中真に麻酔を必要としたのは7例にすぎなかった。韓国のKimら⁸⁾は20Hzで治療しているが272例の中5例の小児以外は麻酔が必要なかったと報告している。われわれは無麻酔例の多くは5Hz以下で治療したが、10Hzで治療しても痛みを訴えない症例は少なくない。77例は治験期間であったためその多くを入院で治療したが、たとえ複数回の治療を要しても外来で治療を繰り返せばPNLなど入院治療に較べて治療費は却って安くすむ。ESWLの速やかな健保適用が望まれる。LT-01の開発によって少なくとも小結石の治療はSmithのいうように歯科医へ通うと同様な外来治療が可能になったといえる。

結 語

EDAP LT-01で治療し、3カ月以上経過をみた77例の成績を報告し、LT-01の特徴を考察した。本装置はエコーによる結石探査に得失をもつが、維持費が安く無麻酔、外来治療ができる利点をもつ。Dornier HM-3も使用者が増すにつれて当初適応外とされた鑄型結石、骨盤内結石や小児例にも適応が広がった。同様にLT-01も使用者が増えれば各自の創意工夫によって適応も治療成績ももっと向上すると思われる。

本稿の治験に当り日本自転車振興会の御援助を頂いた。深甚なる謝意を表する。

文 献

- 1) Chaussy C, Schmiedt E, Jocham D, Brendel W, Forssmann B and Walther V: First clinical experiences with extracorporeally induced destruction of kidney stones by shock wave. *J Urol* 127: 417-420, 1982
- 2) Thibault PH, Vallancien G and Brisset JM: Lithotripsy corporelle a impulsions ultracoultes. *Premieres applications cliniques du lithotripteur*. Press Med 15: 1283, 1986
- 3) Nakatsuka S, Kinoshita H, Ueda H, Araki T and Tanaka H: Combined treatment of medullary sponge kidney by EDTA potassium citrate and ESWL. *Eur Urol*, in press
- 4) 金澤 右, 荒木 徹, 高木 均, 嶋 和宏: 体外衝撃波腎砕石術に伴う腎出血のCT像. 臨床放射線 投稿中
- 5) Vallancien G, Thibault Ph, Aviles J, Munoz R, Veillon B, Charton M and Briessert JM: Lithotripsy extracorporelle piezo-electique par ondes ultracourtes avec le EDAP LT-01. *Ann Urol* 21: 81-89, 1987
- 6) 加藤修爾, 丹田 均, 大西茂樹, 坂 丈敏, 中嶋久雄: 体外衝撃波による腎・尿管結石破砕術の臨床経験. 第II報術後3カ月を経過した60症例の検討. 泌尿紀要 31: 1317-1320, 1985
- 7) 郡 健二郎, 松田久雄, 植村仁志, 若林 照, 神原信明, 田村峯雄, 高田昌彦, 朴 英雄, 大西規夫, 加藤良成, 辻橋宏典, 栗田 孝, 岡 聖次, 奥山明彦, 園田孝夫, 藤末 健, 細川尚三, 荻野敏弘, 有馬正明, 生駒文彦, 板谷宏彬, 井口正典: 体外衝撃波による腎・尿管結石破砕術の臨床成績. 泌尿紀要 33: 1150-1156, 1987
- 8) Kim SC, Moon YT and Kim KS: Clinical evaluation of piezo-electric second generation ESWL for urinary tract calculi stones. 5th World Congress on Endourology and ESWL Abstract

(1987年10月1日迅速掲載受付)