

電気水圧衝撃波による上部尿路結石破碎手術の経験

社会保険中京病院泌尿器科 (部長 : 大島伸一)

絹 川 常 郎*, 松 浦 治, 竹 内 宣 久
服 部 良 平, 長谷川 総一郎, 大 島 伸 一

小牧市民病院泌尿器科 (部長 : 小野佳成)

平 林 聡, 山 田 伸, 小 野 佳 成

ELECTROHYDRAULIC LITHOTRIPSY OF UPPER URINARY TRACT CALCULI

Tsuneo KINUKAWA, Osamu MATSUURA, Norihisa TAKEUCHI,
Ryouhei HATTORI, Souichirou HASEGAWA and Shinichi OHSHIMA

*From the Department of Urology, Social Insurance Chukyo Hospital
(Chief: Dr. S. Ohshima)*

Satoshi HIRABAYASHI, Shin YAMADA,
and Yoshinari ONO

*From the Department of Urology, Komaki City Hospital
(Chief: Dr. Y. Ono)*

Electrohydraulic lithotripsy (EHL) was employed for the treatment of 35 patients with upper urinary tract calculi. The stones in 14 patients with renal and upper ureteral calculi were disintegrated by a 9Fr probe and the rigid nephroscope. Twelve patients with upper or middle ureteral calculi were treated using a 5Fr probe and the fiberscope. The stones in 9 patients with lower ureteral calculi were removed by a 5Fr probe and the rigid ureteroscope. Although small residual stones were observed in 15 patients (43%), all the stones were fragmented satisfactorily except in two patients. The complications due to EHL were observed in eight patients (23%). The most frequent complication was the ureteral injury which was observed in 6 patients. In 2 of these patients the stone migrated out from the ureter. However, all the cases of ureteral injury were healed by the conservative therapy such as by indwelling the stent catheter without ureteral stricture.

Key words: Electrohydraulic lithotripsy. Upper urinary tract calculi

はじめに

上部尿路結石を開腹術をせず内視鏡下、経皮的または経尿道的に除去する治療方法は、近年種々の装置の開発に伴い普及が進み、その成績も向上しつつある。現在結石の破碎および摘出方法には基本的には以下の5種類の方法が用いられている。

- ① 各種鉗子による機械的破碎および小結石の摘出
- ② 強力超音波による破碎
- ③ 電気水圧衝撃波による破碎 (以下 EHL)
- ④ ドリルによる破碎

⑤ レーザーによる破碎

このうち EHL は、破碎に用いる端子が flexible であるために、直視鏡下でしか使用できない超音波法に比較してその適応範囲が広がることが期待されているが、本方法の効果と安全性についてまだ十分に確立されたとはいえない。

今回、Wolf 社製 EHL 発生装置を使用する機会を得たので、その結石破碎効果と、安全性について検討を加え報告する。

装 置

衝撃波発生装置は、Wolf 社製 (Wolf 2137 Riwo-lith) で、出力は最大 8 kv, 30-70 Hz のパルスで 1-

* 現 : 市立岡崎病院泌尿器科

5秒間発振する。プローブは5Fr径(全長700mm)と9Fr径(全長475mm)がありいずれもflexibleである。併用装置として、硬性腎盂鏡はWolf 8962で、硬性尿管鏡は、Wolf 8952、胆道ファイバーは、Olympus CHF, type 4B および type 3B を使用した。超音波発生装置は、Wolf 2167.00 を使用した。

方 法

経皮的結石摘出術(以下 PNL)は、原則的に腎臓造設術と結石摘出術を2期的に分けて行った。麻酔は、前者では局所麻酔、後者では硬膜外麻酔によった。PNLでEHLを行うさいは、硬性の腎盂鏡と9Frプローブの組み合わせ、および2腔式の胆道ファイバーと5Frプローブの組み合わせによった。経尿道的結石摘出(以下 TUL)では、硬性尿管鏡と5Frプローブの組み合わせによった。灌流液は原則として生理食塩水を用いた。パルスの出力と発振時間は、症例により異なるが、基本的には低出力、短時間にて開始し破砕の程度にあわせて徐々に出力を上げ、時間を延長した。結石の破砕は原則的に内視鏡にて電極が確実に結石に接触していることを確認後に、パルスを発生させた。結石破砕後は、鉗子類による摘出または超音波併用の吸引により結石の除去を行った。

対象および結果

対象症例は硬性鏡では結石の直視が困難であった例や超音波のみでは手術時間が長時間に及ぶと考えられた例などを中心に選択された。症例は合計35例で年齢は、19~72歳(平均±S.D. 47.8±16.4歳)であり、男女比は、男子25例女子10例であった。

結石の種類と部位:EHLの対象となった結石の種類と部位はTable 1に示したごとく、珊瑚状または複雑珊瑚状結石が7例、多発結石9例、単発結石19例であり、部位別では腎が13例、尿管が3例、尿管のみが19例であった。

手術方法:手術方法についてはTable 2に示す。結石への到達経路別では、PNLが26例、TULは9例であった。装置は、硬性鏡を使用した例が31例、胆道ファイバーを使用した例が12例であり、超音波を併用した例は20例である。

結石破砕効果:破砕された結石の成分とその大小はTable 3に示したとおりであり各種の成分の結石が観察された。EHLによる結石の破砕効果は、尿管結石の2例を除き、プローブのサイズ、結石の部位、大きさなどにかかわらず、目的とした結石の十分な破砕が得られた。特に比較的大型のシスチン結石で、超

Table 1. Type and location of stone

LOCATION	TYPE	COMPLICATED	STAGHORN	MULTIPLE	SINGLE	TOTAL
KIDNEY		5	2	4	2	13
KIDNEY, URETER				3		3
URETER UBL				1		1
URETER UPPER					6	6
URETER MIDDLE				1	6	7
URETER LOWER					5	5
TOTAL		5	2	9	19	35

Table 2. Method of operation

DEVICE	OPERATION	PNL				TUL				
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
ENDOSCOPY										
RIGID NEPHROSCOPE		●	●	●						
FIBERSCOPE				●	●					
RIGID URETEROSCOPE						●	●	●	●	
CYSTOSCOPE										●
GENERATOR										
EHL 5F				●	●	●	●	●	●	●
9F		●	●							
ULTRASOUND		●	●			●	●			
FORCEPS & BASKET			●				●	●		
NUMBER OF CASES		10	4	8	4	3	3	1	1	1
NUMBER OF OPERATION		11	5	8	5	3	3	1	1	1

Table 3. Analysis of stone. Number in parentheses indicates large stone (Renal stone 30 mm<. Ureteral stone 20 mm<)

TYPE ANALYSIS	STAGHORN (SIMPL, COMP)	RENAL (SINGL, MULT)	URETER (SINGL, MULT)
CYSTINE	1 (1)		
CaOx	1 (1)	5 (2)	8 (2)
CaPhos	2 (2)	1 (0)	1 (0)
CaOx+CaPhos	1 (1)	3 (3)	5 (0)
MAP	1 (1)		
URIC ACID	1 (1)		1 (1)
UNKNOWN			4 (0)
TOTAL	7 (7)	9 (5)	19 (3)

音波による破砕が無効な1例でEHLにて十分に破砕された結石を摘出できたこと、また2例の尿酸結石(複雑珊瑚状および中部尿管結石)でもEHLで残石なく結石摘出が可能であったことを付記しておく。破砕失敗の2例中1例は、プローブ先端が目的とした結石に接触しなかった例であり、他の1例は結石が破砕されずそのまま尿管外に脱出した例である。

残石:Table 4には、結石の種類および摘出方法別の残石の有無について示した。残石についてはどんなに小さくてもX線上結石が証明される場合はすべて残石として扱った。退院時の判定で、腎結石に対し直視鏡下に9Frのプローブを用いた14例中8例(57%)、尿管結石に対し胆道ファイバーと5Frのプローブを用いた12例中6例(46%)、中・下部尿管結石に対し

Table 4. Residual stone. P9: PNL 9Fr Probe P5: PNL 5Fr Probe
T5: TUL 5Fr Probe

TYPE OF STONE & OPE.	RESIDUAL STONE	YES	PASSED LATER	NO	TOTAL	RESIDUAL STONE
STAGHORN(SIMPL,COMP.)		6	0	1	7	
MULTIPLE RENAL	P 9	2	1	1	4	57.1
SINGLE RENAL		0	0	2	2	
MULT. RENAL & URETER		0	0	1	1	
MULT. RENAL & URETER		2	0	0	2	
MULTIPLE URETER	P 5	0	1	1	2	50.0
SINGLE URETER		4	1	3	8	
SINGLE URETER	T 5	1	2	6	9	11.1
TOTAL		15	5	15	35	42.9

 Table 5. Efficacy of EHL on stone disintegration and removal. A: Stone was removed by EHL alone
B: Hard stone was disintegrated by EHL C:
Fiberscope with EHL was necessary D: Time
sparing effect E: Use as a support F: Failure

TYPE OF STONE & OPE.	EFFICACY	A	B	C	D	E	F
STAG HORN(SIMPL,COMP.)			2		4	1	
MULTIPLE RENAL	P 9				4		
SINGLE RENAL			1		1		
MULTI. RENAL & URETER					1		
MULT. RENAL & URETER				2			
MULTIPLE URETER	P 5		1				1
SINGLE URETER		1		6			1
SINGLE URETER	T 5	2			7		
TOTAL		3	4	8	17	1	2

TULで5Frプローブを用いた9例中1例(11%), 合計35例中15例(43%)に残石が認められた。長径が10mmに及ぶ比較的大きな残石は複雑珊瑚状結石の2例と、尿管結石が尿管外に脱出した1例に認められた。

結石除去効果: 今回の結石手術においてEHLが果たした役割を明らかにするため、35例の手術を以下のごとく6種類のグループに分類し検討した。

A: EHLのみで結石摘出または自排可能。

B: EHLなしでは結石が硬く破碎, 摘出不能。

C: 結石の部位が直視鏡の視野範囲外に有りEHLなしでは破碎, 摘出不能。

D: 超音波のみによる場合に比較して, 破碎時間の短縮効果あり。

E: 超音波の効果を高めるために, 補助的に使用。

F: 結石破碎, 摘出に失敗。

その結果を, Table 5に示した。腎結石で硬度の高い結石や比較的大きな結石に対し腎盂用直視鏡と9Frプローブを用いた14例では, EHLの採用が必

須と考えられた例が3例, 時間短縮効果が認められた症例が10例であった。上・中部尿管結石に対し胆道ファイバーと5Frプローブを用いた12例では10例でEHLが非常に有効であったと考えられたが, 2例の失敗例を経験した。1例は, ファイバースコープ直視下に破碎を試みた例であるが, 尿管の屈曲のためどうしても電極を結石の中心部に接触させることができなかった症例であり, 他の1例は尿管外に結石が破碎されずに脱出した例である。TULの9例では2例がEHLで得られた破碎のみで排石し, 他の7例にも時間短縮効果が認められた。

合併症: 手術の合併症については症例を以下のごとく4群に分類した。

0: 合併症を認めず。

1: 合併症あるもEHLとは無関係と考えられる。

2: EHLとの関係を否定できない合併症あり。

3: EHLが主たる原因と考えられる合併症あり。

結果は, Table 6に示すごとく35例中, 3群に属する合併症が8例にあり, 2群に属するのは2例, 1

Table 6. Complication. 0: No complication 1: Not correlate with EHL 2: Possible correlation with EHL 3: Positive correlation with EHL % Frequency of complication was calculated using category 2 & 3

TYPE OF STONE & OPE.	COMPLICATION	0	1	2	3	%FREQUENCY OF COMPLICATION
STAG HORN(SIMPL,COMP.)		4	2	1	1	
MULTIPLE RENAL	P 9	3		1		21.4%
SINGLE RENAL			2			
MULTI.RENAL & URETER		1				
MULT. RENAL & URETER					2	
MULTIPLE URETER	P 5	2				41.7%
SINGLE URETER		5			3	
SINGLE URETER	T 5	7			2	22.2%
TOTAL		22	4	2	8	28.6%

Table 7. Complications positively correlate with EHL and its remedy

COMPLICATION		REMEDY
STONE MIGRATION OF EXTRAPELVIS	1	OBSERVATION
URETER INJURY & STONE MIGRATION	2	STENT CATHETER:1 OBSERVATION:1
URETER INJURY	4	STENT CATHETER:3 NEPHROSTOMY(2WEEK):1
FOREIGN BODY OF URETER;PROBE TIP	1	REMOVAL BY FORCEPS UNDER URETEROSCOPE

群に属するもの4例を認めた。他の21例には合併症を認めなかった。2群以上に属する合併症の頻度は、胆道ファイバーを用い、上・中部尿管結石摘出を試みた症例で42%と最も高かった。3群に属する合併症の詳細は、Table 7に示した。8例中7例は、腎盂あるいは尿管の粘膜損傷であり、このうち3例で破砕された結石の一部が尿路外に脱出した。合併症への対策としては尿管損傷の6例中4例にスプリントカテーテルを留置、他は術後のネフrostミーの開放期間を延長するなどの方法で対処した。尿路外に脱出した結石に対しては、特に処置は行わなかったがその結果、尿管狭窄や水腎の悪化を示した症例は経験していない。他にTUL時に5Frのプローブの先端が尿管内に異物として残った症例を経験したが、鉗子にて問題なく摘出できた。2群の合併症に属する1例では、腎盂外に結石の脱出を認めたが手術の進行状況から考えてむしろ超音波に主たる原因があると考えられた症例である。他の1例は、術中出血が比較的多く5単位の輸血を要した例であるが、EHLの時間は数分でありむしろ複雑で巨大結石のため手術が長時間に及んだことが出血の原因であろう。1群の合併症は、4例とも発熱の伴うものであった。1例は以前よりあった胃潰瘍の悪化により消化管出血をみたが内科的療法にて治癒した。他に1例術後ネフrostミー周囲より出血をみた例が

ある。

考 察

EHLを尿路結石の治療に応用する試みは膀胱結石などに対しては古くから行われてきた。近年、PNLやTULの普及に伴い結石破砕の一手段としてEHLは再び脚光を浴びるようになってきており、その使用方法と効果に関しては、種々の報告がなされている^{1,2)}。本邦では桑原らが、Northgate Research社製の装置を用いその有用性について報告しているが^{3,4)}、私どもも今回使用した機器について、その結石破砕効果と安全性について検討を加えてみる。

まず破砕効果についてはほぼ満足すべき結果であった。特に、珊瑚状腎結石など大型結石では手術時間の短縮効果が得られた上、合併症も軽微であった。残石率が比較的高かったのは、従来の方法で簡単に摘出が可能と考えられたものは対象から外し、比較的摘出困難な症例が対象として選ばれていたことにその一因がある。

本機器の安全性については慎重に検討されるべきであるが、今回の経験では本機器の使用が、重大な合併症につながった症例はない。本機器が主たる原因と考えられた8例の合併症のうち6例が尿管の損傷に関するものである。6例中、2例に尿路外への結石が脱出

が認められたことは、本機器による破碎が使用方法によつては、尿管の粘膜面だけでなく、筋層、漿膜面にまで影響を与えることによるものと考えらるべきである。しかし私どもの経験ではその損傷が尿管の全周にわたるという例はなく、しかも術後尿の漏出や閉塞障害をきたした症例もない。尿管損傷を防止するためには、プローブの先端を決して尿管には接触させないことが肝要であるとされている⁵⁾。しかし、結石が尿管内の同部位に長期間停滞していた場合は、その部位での粘膜面の炎症性変化は強く、したがってその部位への内視鏡の挿入を初めとし各種鉗子類の操作は困難であると同時に損傷を起こしやすい。この上にさらに EHL を施行するさいは最大限の注意をはらう必要がある。EHL を尿管結石に対して応用するさいの安全性については、Reiter⁶⁾、Goodfriend⁷⁾は尿管結石に対し X 線透視のみをたよりに EHL を行うと尿管損傷などの合併症が多いことを報告している。Gree⁸⁾は、このような合併症は尿管鏡などを用いて直視下に EHL を行うことにより回避できることを示した。私どもの尿管合併症のいくつかは EHL に対して十分な経験のない初期の頃の症例である。経験を積んでからはこのような症例で EHL の必要なときは、出力を弱くして、その衝撃により結石と尿管の癒着をはずし結石を移動しやすくして摘出するようにしている。このような方針にしてからは尿管損傷は減少した。プローブの先端の電極が尿管異物になった例は、やや古くなったプローブを使用したために発生した事故であるが、プローブ先端の消耗には十分な注意が必要である。

結 語

1) 35 例の上部尿路結石に対し、電気水圧衝撃波による結石破碎 (EHL) を用いた PNL および TUL

を施行した。

2) EHL の結石破碎効果に関しては十分満足のいく結果であった。

3) 超音波にて破碎の困難な硬度、大きさの結石や直視鏡の到達しない部位の結石が EHL の良い適応と考えられた。

4) EHL の施行が直接の原因となった合併症は 8 例あり、このうち 6 例は尿管損傷であった。

5) EHL の施行にあたっては、浮腫の強い尿管内での結石の破碎時に尿管穿孔が発症しやすく出力のコントロールに十分注意が必要と考えられた。

文 献

- 1) Miller RA and Wickham JEA: Percutaneous nephrolithotomy: Advances in equipment and endoscopic techniques. *Urology* **13**: 2-6, 1984
- 2) Clayman RV: Techniques in percutaneous removal of renal calculi: Mechanical extraction and electrohydraulic lithotripsy. *Urology* **13**: 11-19, 1984
- 3) 桑原正明, 影山鎮一, 黒須清一, 神部広一, 棚橋善克, 折笠精一: 電気水圧衝撃波による経皮的腎尿管結石の破碎摘出. *臨泌* **37**: 893-898, 1983
- 4) 桑原正明, 折笠精一, 棚橋善克, 神部広一, 黒須清一, 影山鎮一: 電気水圧衝撃波による尿路結石破碎. *臨泌* **39**: 59-64, 1985
- 5) Green DF: Early experience with direct vision electrohydraulic lithotripsy of ureteral calculi. *J Urol* **133**: 767-770, 1985
- 6) Reuter HJ and Kern E: Electronic-lithotripsy of ureteral calculi. *J Urol* **110**: 181-183, 1973
- 7) Goodfriend R: Ultrasonic and electrohydraulic lithotripsy of ureteral calculi. *Urology* **13**: 5-8, 1984

(1987年4月2日受付)