

日本 大垣市民病院에 있어서의 體外衝擊波 結石破碎療法の 現狀

日本國 岐阜縣 大垣市民病院 放射線技術部

金森勇雄・川地俊明・竹島賢治・野田孝治・船坂佳正・馬場健碩・木村得次

The Present of Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy(ESWL) by Ohgaki Municipal Hospital

Isao Kanamori, Toshiaki Kawachi, Kenji Takeshima, Takahiro Noda

Yoshimasa Hunasaka, Kenseki Baba, Tokuji Kimura

Dept. of Radiological and Nuclear Medicine, Ohgaki Municipal Hospital, Gifu, Japan

I. 緒 論

體外衝擊波 結石破碎療法(extracorporeal shock wave lithotripsy : ESWL)은 물방울이超音速으로 飛行機의 前面 유리에 激突하면 유리가 깨지는 原因을 究명한 Dornier社(독일)가 이 原理를 應用하여 體外로부터 衝擊波를 體內에 있는 結石에 照射하여 結石을 粉碎한다는 發想에 研究가 시작(1974)되어 많은 動物實驗을 거쳐서 臨床應用을 하게 되었다.

ESWL은 體外에서 衝擊波를 集束照射하여 體內的 結石을 破碎하여 체외에 排泄시키는 治療法이다. 1984년에 독일에서 非觀血的으로 腎・尿管結石의 새로운 治療法으로서 一躍 世界의 注目を 집중시키게 되었다. 그 後, ESWL은 膽囊結石, 總膽管結石 등의 膽道結石의 臨床應用에도 시도되어 非觀血的 結石治療法으로서 臨床的 意義가 確立되었다^{1,2,3,4)}.

일본에서는 1985년 10월에 尿路結石의 새로운 治療法으로서 認可되어 1992년 4월에 膽囊

結石의 非觀血的 治療法으로서 追認되었다.

大垣市民病院에서는 1989년 10월에 ESWL 治療機(EDAP社, 프랑스)를 設置하여 尿路結石, 膽囊結石의 治驗的 ESWL을 시작하였다. 過去 約 3년간에 걸쳐서 ESWL의 現狀과 結石 破碎 結果에 대하여 報告한다.

II. 對象 및 方法

1. 對象 및 方法

腎結石은 治療終了 後 3개월 이상 經過觀察하여 效果判定이 明確해진 155症例(年齡 20~80歲, 平均年齡 48.4歲, 男女比 111:44)로 結石直徑은 10 mm 이하 67例, 11~20 mm 71例, 21~30 mm 14例, 31 mm 以上 3例이고, 治療回數는 1~5回(平均 1.4回)이다. 또 尿管結石은 上部尿管 86例와 下部尿管 36例의 122症例(年齡 15~81歲, 平均年齡 45.9歲, 男女比 79:43)로 結石直徑은 10 mm 以下 62例, 11~

20 mm 53例, 21~30 mm 3例, 31 mm 以上 4例이고, 治療回數는 1~6回(平均 1.3回)이다.

한편, 膽囊結石은 治療效果判定이 超音波檢査에서 3개월 이상 經過觀察이 된 45症例(年齡 27~72歲, 平均年齡 50.0歲, 男女比 18:27)로 結石直徑은 10 mm 以下 12例, 11~20 mm 17例, 21~30 mm 15例, 31 mm 以上 1例이고 治療回數는 1~10回(平均 4.0回)이다 (표 1,2).

또, 膽囊結石 45例의 超音波分類(土屋分類)는 표 3과 같고 I型이 25例(55.6%), II型 9例(20.0%), III型 11例(24.4%)로 石灰化의 有無는 있는 것이 25例(55.6%), 없는 것이 20例

(44.4%)이다.

한편 ESWL條件은 표 4와 같이 腎·尿路結石이 出力 65~100%, 時間 60~65分, 頻繁性 2.5~5 Hz/秒이며 膽囊結石은 出力 60~100%, 時間 30~60分, 頻繁性 1.25이다.

2. 裝置(ESWL機)

ESWL裝置(EDAP, LT-01型)의 概略仕様은 표 5와 같다.

衝擊波發生은 壓電效果方式으로 0.8 μ sec의 짧은 피크가 있는 銳利한 衝擊波를 일정한

表 1. 對 象

N=322

對 象	尿 路 結 石		膽囊結石
	腎 結 石	尿管結石	
症例數(例)	155	122 上部 86 下部 36	45 有症狀結石 25 無症狀結石 20
年齡(才)	20~80 平均 48.4	15~81 平均 54.9	27~72 平均 50.0
男女內譯(人)	111 : 44	79 : 43	18 : 27
治療回數(回)	1~5 平均 1.4	1~6 平均 1.3	1~10 平均 4.0

*1) 期間 1989. 10~1990. 9(1年間)

2) 3個月 以上 經過 觀察하여 治療效果가 나타난 症例에 限定

表 2. 結石個數와 結石直徑

N : 322

分 類	種 類	尿 路 結 石		膽囊結石(例)
		腎結石(例)	尿管結石(例)	
個 數	單結石	108	111	25
	多結石	47	11	20
結石直徑	10 mm 以下	67	62	12
	11~20 mm	71	53	17
	21~30 mm	14	3	15
	31 mm 以上	3	4	1

表 3. 膽囊結石의 超音波分類(土屋分類)와 石灰化의 有無

膽囊結石의 超音波所見(土屋分類)

超音波型別 (土屋分類)	I 型			II 型		III 型		
	a	b	c	a	b	a	b	c
症例數	8	11	6	7	2	4	4	3
() : %	(17.8)	(24.4)	(13.3)	(15.6)	(4.4)	(8.9)	(8.9)	(6.7)

膽囊結石 石灰化의 有無

N : 45

膽囊結石의 石灰化	有	無
	25(55.6)	20(44.4)

表 4. 體外衝擊派 結石破碎療法의 條件

條件 \ 結石	腎・尿路結石	膽囊結石
出力(%)	65~100	60~100
時間(min)	60~65	30~60
頻繁性(Hz/sec)	2.5~5	1.25

表 5. ESWL(EDAP, LT-01型)에 의한 概略仕様

<p>衝擊波發生裝置(bed)</p> <ul style="list-style-type: none"> 壓電素子 : 320個 焦點・皮膚間距離 : 10~150 mm 焦點直徑 : 4 mm 以內(6 dB) 길이 : 15 mm 以內(6 dB) 人體와의 接觸 : 고무 diaphragm 	<p>回轉域</p> <ul style="list-style-type: none"> 縱 軸 : ±25° 橫 軸 : ±25° 垂直軸 : 100° <p>(단 內藏超音波 probe만)</p>
<p>衝擊波信號發信器</p> <ul style="list-style-type: none"> Solid test module 瞬間最大出力 : 1 MW 衝擊波 : 1.25 Hz~160 Hz/秒(8段階) 	<p>遠隔操作裝置</p> <ul style="list-style-type: none"> 선택디스크 操作에 의한 bed 移動 Water 백의 膨脹/收縮 衝擊波出力調整 發射方式 : 手動 : 連續 : 自動
<p>探查方式</p> <ul style="list-style-type: none"> 세크타-機械走査式超音波 周波數 : 3.5/5 MHz 디지털 메모리 : 4 fram A mode/B mode 使用 Micro-computer 內裝 Display 手動 및 內藏 probe 	<p>Micro-computer 內藏</p> <ul style="list-style-type: none"> Display 프린터 端子及 디스크드라이버 端子付
<p>Bed 移動裝置</p> <ul style="list-style-type: none"> 移動域 縱 方向 : 250 mm 橫 方向 : 250 mm 垂直方向 : 120 mm 	<p>電 源</p> <ul style="list-style-type: none"> 電 壓 : 200 V 單相 周 波 數 : 60/50 Hz(發注時指定要) 消費戰力 : 4 KVAmx. <p>治療台</p> <ul style="list-style-type: none"> Multi-position-type (泌尿器科用多目的治療台)

(EDAP사의 카다로그에서 轉記)

작은 焦點(4×15 mm)에 集束시킨다.

結石探查는 超音波方式에서 結石波碎術 中에도 經時的으로 觀察可能하고 體位變動에 따라 結石位置의 變化를 操作盤에서 簡便하게 衝擊波 集束焦點을 微細調整하여 移動追跡할 수 있고 效能的으로 衝擊波를 結石에 集中照射시킨다.

衝擊波發生部에 消耗品的 部品은 없고 經濟的으로 우수하다. 또 多目的 裝置(尿道·膽道 結石 破碎裝置)이고 腹臥位, 仰臥位, 側臥位 등에서 ESWL도 可能하고 被檢者가 가장 편한 姿勢에서 治療가 可能하다.

Ⅲ. 結 果

1. 結石 破碎效果(표 6)

結石 破碎效果 基準을 腎·尿管結石에서는 術後 3개월의 腹部 單純寫眞에서 完全하게 結石이 排石된 症例을 完全消失, 自然排石이 可能的한 4 mm 以下の 破碎片結石 殘存症例을 消失良好, 4.1 mm 以上の 破碎片結石 殘存症例을 消失不良으로 하였다. 結石에 變化가 인정되지 않은 症例을 破碎不良으로 하였다.

한편, 膽囊結石에서의 結石破碎 效果 基準은 術後 3개월의 超音波檢査에서 完全하게 結石이 排石된 症例을 完全消失, 自然排石이 可能的한 2 mm 以下の 破碎片結石 殘存症例을 消失良好, 2.1 mm 以上の 破碎片結石 殘存症例을 消失不良, 結石에 變化가 인정되지 않은 症例을

破碎不良으로 하였다. 더욱 完全消失과 消失良好를 有效症例, 消失不良과 破碎不良을 無效症例로서 檢討하였다.

1) 腎結石

腎結石 155例 중에서 完全消失은 66例(42.6%), 消失良好 55例(35.5%), 消失良好 30例(19.4%), 破碎不良 4例(2.6%)이고, 破碎效果 有效例 121例(78.1%), 無效例는 34例(21.9%)이었다.

2) 尿管結石

上部尿管結石과 下部尿管結石에서 檢討하였다. 上部尿管結石 86例 중에서 完全消失은 48例(55.8%), 消失良好 15例(17.4%), 消失不良 16例(18.6%), 破碎不良 7例(8.2%)이고 破碎效果 有效例는 63例(73.3%), 無效例는 23例(26.7%)이었다.

下部尿管結石 36例 중에서 完全消失은 35例(97.2%), 消失不良 1例(2.8%), 消失不良과 破碎不良은 없고 破碎效果 有效例는 36例 全例(100%)이었다.

3) 膽囊結石

膽囊結石 45例 중에서 完全消失은 16例(35.6%), 消失良好 24例(53.3%), 消失不良 5例(11.1%), 破碎不良은 없고, 破碎效果 有效例는 40例(88.9%), 無效例는 5例(11.1%)이었다.

表 6. ESWL에 의한 結石破碎效果

N : 322

結石	尿 路 結 石 n : 277							膽囊結石 n : 45	
	破碎效果	腎 結 石 n : 155		尿管結石 n : 122					
				上部尿管結石 n : 86		下部尿管結石 n : 36			
有 効	完全消失	66(42.6)	121(78.1)	48(55.8)	63(73.3)	35(97.2)	36(100)	16(35.6)	40(88.9)
	消失良好	55(35.5)		15(17.4)		1(2.8)		24(53.3)	
無 効	消失不良	30(19.4)	34(21.9)	16(18.6)	23(26.7)	0(0)	0(0)	5(11.1)	5(11.1)
	破碎不良	4(2.6)		7(8.2)		0(0)		0(0)	

() : %

2. 結石直徑과 破碎效果

1) 腎結石

結石直徑과 破碎效果는 腎結石(155例)에서 有效率(完全消失과 消失良好)은 10 mm 以下가 56%(56/67), 11~20 mm이 78.9%(56/71), 21~30 mm가 57.1%(8/14), 30 mm 以上이 33.3%(1/3)이었다.

結石直徑은 작을 수록 破碎效果率은 우수한 傾向이었다(표 7).

2) 尿管結石

尿管結石 直徑別로 본 破碎效果 有效率은

10 mm 以下가 94.6%(53/56), 11~20 mm가 71.2%(42/59), 21~30 mm가 66.7%(2/3), 30 mm 以上이 50.0%(2/4)였다.

腎結石과 똑같이 結石直徑이 작을 수록 破碎效果率은 우수한 傾向이었다(표 8).

3) 膽囊結石

膽囊結石 直徑別로 본 破碎效果 有效率은 10 mm 以下가 83.3%(10/12), 11~20 mm가 94.4%(17/18), 21~30 mm가 85.7%(12/14), 30 mm 以上이 100%(1例)였다.

結石直徑과 破碎效果와의 사이에는 有意한 差는 인정할 수 없었다(표 9).

表 7. 結石直徑과 破碎效果(腎結石)

N : 155

結石直徑 破碎效果		~10 mm n : 67		11~20 mm n : 71		21~30 mm n : 14		30 mm~ n : 3	
		有効	完全消失 34(50.8)	56(83.6)	28(39.4)	56(78.9)	3(21.4)	8(57.1)	1
	消失良好 22(32.8)	28(39.4)	5(35.7)		—				
無效	消失不良 10(14.9)	11(16.4)	14(19.8)	15(21.1)	4(28.6)	6(42.9)	2	2(66.7)	
	破碎不良 1(1.5)		1(1.4)		2(14.3)		—		

() : %

表 8. 結石直徑과 破碎效果(尿管結石)

N : 122

結石直徑 破碎效果		~10 mm n : 56		11~20 mm n : 59		21~30 mm n : 3		30 mm~ n : 4	
		有効	完全消失 48(85.7)	53(94.6)	32(54.2)	42(71.2)	2(66.7)	2(66.7)	1(25.0)
	消失良好 5(8.9)	10(16.9)	—		1(25.0)				
無效	消失不良 3(5.4)	3(5.4)	14(23.7)	17(28.8)	—	1(33.3)	1(25.0)	2(50.0)	
	破碎不良 —		3(5.1)		1(33.3)		1(25.0)		

() : %

表 9. 結石直徑과 破碎效果(膽囊結石)

N : 45

結石直徑 破碎效果		~10 mm n : 12		11~20 mm n : 18		21~30 mm n : 14		30 mm~ n : 1	
		有効	完全消失 3(25.0)	10(83.3)	8(44.4)	17(94.4)	5(35.7)	12(85.7)	—
	消失良好 7(58.3)	9(50.0)	7(50.0)		1(100.0)				
無效	消失不良 2(16.7)	2(16.7)	1(5.6)	1(5.6)	2(14.3)	2(14.3)	—	—	
	破碎不良 —		—		—		—		

() : %

3. 尿路結石 破碎效果와 治療時間 및 總 에너지 量과의 關係(표 10)

1) 腎結石

治療時間, 總 에너지量(storage)과 腎結石 破碎效果를 각각의 平均値에서 보면 完全消失의 52.3분과 33.5 storage에서 破碎不良의 78.0분과 67.0 storage의 사이에 있었다.

破碎效果가 저하됨에 따라 治療時間은 길어지고 storage는 크게 되는 傾向이었다.

2) 尿管結石

腎結石과 똑같이 尿管結石의 破碎效果와 治療時間 및 storage를 보면 完全消失의 52.1분과 58.6 storage로서 破碎不良의 75.0분과 76.

9 storage의 사이에 있다.

腎結石과 똑같이 破碎效果가 저하됨에 따라 治療時間이 길어지고 storage는 크게 되는 傾向이었다.

4. 膽囊結石 ESWL에 있어서의 合併症

膽囊結石(43例)의 ESWL에 있어서의 合併症은 全例에 인정이 되고 衝擊波의 入射皮膚面의 發赤이 16例(37.2%), 輕度の 上腹部痛 14例(32.6%), 鎮痛劑가 必要한 上腹部痛 4例(9.3%), 緊滿不良性 膽囊 3例(6.9%), 輕度の 肝機能 異常과 總膽管結石에 의한 急性胰腺炎이 각 2例(4.7%), 總膽管結石에 의한 閉塞性 黃疸과 血尿가 각 1例(2.3%)의 頻度이다(표 11).

表 10. 尿路結石 破碎效果와 治療時間 및 總에너지量과의 關係

治療時間과 總에너지量 破碎效果	치료시간과 總에너지量	腎 結 石		尿 管 結 石	
		治療時間 (min)	總에너지量 (storage)	治療時間 (min)	總에너지量 (storage)
有效	完全消失	20~103(52.3)	5~ 90(33.5)	3~114(52.1)	1~150(58.6)
	消失良好	27~108(60.7)	14~115(43.8)	39~ 99(65.6)	16~ 95(55.3)
無效	消失不良	42~ 96(70.2)	21~140(64.3)	39~ 95(67.8)	40~160(94.3)
	破碎不良	65~ 90(78.0)	45~ 90(67.0)	48~ 98(75.0)	48~100(76.9)

() : 平均値

$$\text{總에너지量(storage)} = \frac{\text{出力(\%)} \times \text{周波數(Hz)} \times \text{時間(sec)}}{180(\text{計算器定數}) \times 160(\text{計算器定數})}$$

表 11. 膽囊結石 體外衝擊派 結石破碎療法에 있어서의 合併症

N : 43

合 併 症	症例數(%)
衝擊波 入射皮膚面의 發赤	16(37.2)
輕度の 上腹部痛	14(32.6)
鎮痛劑가 必要한 上腹部痛	4(9.3)
緊滿不良性膽囊	3(6.9)
輕度の 肝機能 異常	2(4.7)
總膽管結石에 의한 急性胰腺炎	2(4.7)
總膽管結石에 의한 閉塞性 黃疸	1(2.3)
血尿	1(2.3)

IV. 症 例

影에서 右腎에 8×5 mm의 結石이 있어 ESWL을 storage 15로 實施하였다.

1. 腎結石

1週 後의 腹部 單純撮影에서 結石은 完全消失하고 完治한 症例이다(사진 1).

1) 症例 1(結石 完全消失例)

65歲 男性 尿潛血로 來院하여 腹部 單純撮

症例 1

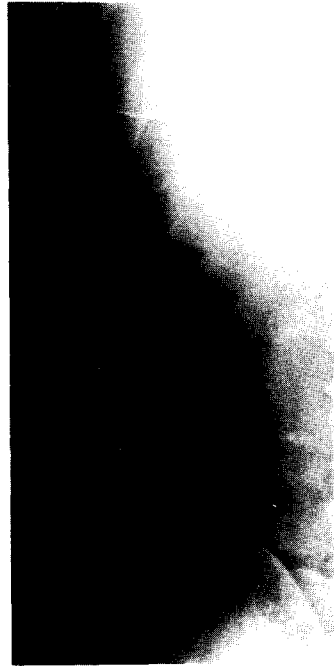
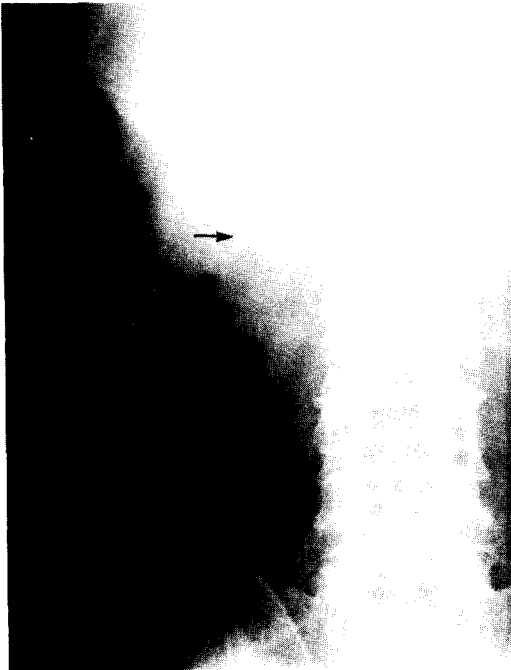
患者 65才, 男性

現病歷 尿潛血

腹部單純撮影에서 右腎에 8×5 mm의 結石이 보인다.

治療 無麻酔, 治療回數: 1回, storage: 15

結果 治療 1週間 後에 結石 完全消失



破碎前
(8×5 mm의 右腎 結石)

破碎 1週間 後
(結石 完全 消失)

* storage : 出力 (%) × 周波數 (Hz) × 時間 (秒) / 180 × 160

사진 1. 腎結石 ESWL

2) 症例 2(結石 完全消失例)

65歲 男性 尿潛血로 來院하여 腹部 單純攝影에서 右下腎杯部에 약간 큰 14×13 mm의 結石이 있어 ESWL을 storage 70으로 실시하

였다.

1週 後의 腹部 單純攝影에서 結石은 完全消失하여 完治된 症例이다(사진 2).

症例 2

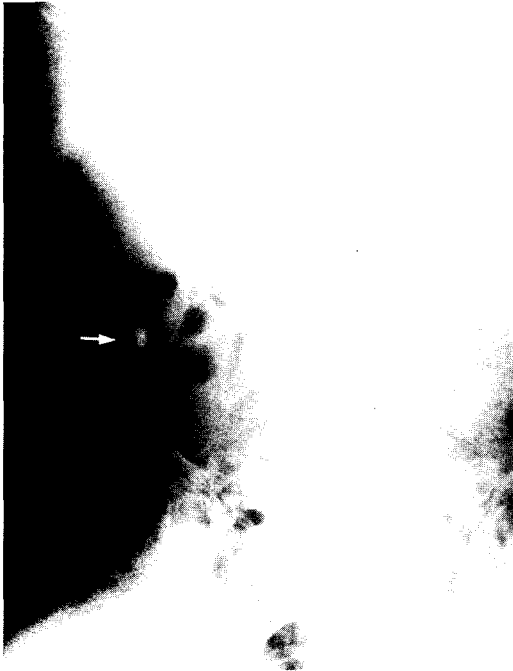
患者 65才, 男性

現病歷 尿潛血

腹部單純攝影에서 右下腎에 14×13 mm의 結石이 보인다.

治療 無麻酔, 治療回數 : 1回, storage : 70

結果 治療 1週間 後에 結石 完全消失



破碎前

(14×13 mm의 右腎 結石)



破碎 1週間 後

(結石 完全 消失)

*storage : 出力(%)×周波數(Hz)×時間(秒)/180×160

사진 2. 腎結石 ESWL

2. 尿管結石

單純撮影에서 左上部尿管에 8×7 mm의 結石이 있어서 ESWL을 storage 20로 실시하였다.

1) 症例 1(結石 完全消失例)

79歲 男性 左背腹部痛으로 來院하여 腹部

1週 後의 腹部單純撮影에서 結石은 完全消失 하고 完治된 症例이다(사진 3).

症例 1

患者 79才, 男性

現病歷 左背腹部痛

腹部單純撮影에서 左上部尿管에 8×7 mm의 結石이 보인다.

治療 無麻酔, 治療回數 : 1回, storage : 20

結果 治療 1週間 後에 結石 完全消失



破碎前
(8×7 mm의 左腎 結石)



破碎 1週間 後
(結石 完全 消失)

* storage : 出力(%) × 周波數(Hz) × 時間(秒) / 180 × 160

사진 3. 尿管結石 ESWL

2) 症例 2(結石 完全消失例)

18歲 女性 左側腹部痛으로 來院하여 腹部
單純撮影을 하여 左上部尿管에 12×6 mm의 結
石이 인정되어 ESWL을 storage 49로 실시하

였다(사진 4).

1週 後의 腹部單純撮影에서 結石은 完全消失
하여 完治된 症例이다.

症例 2

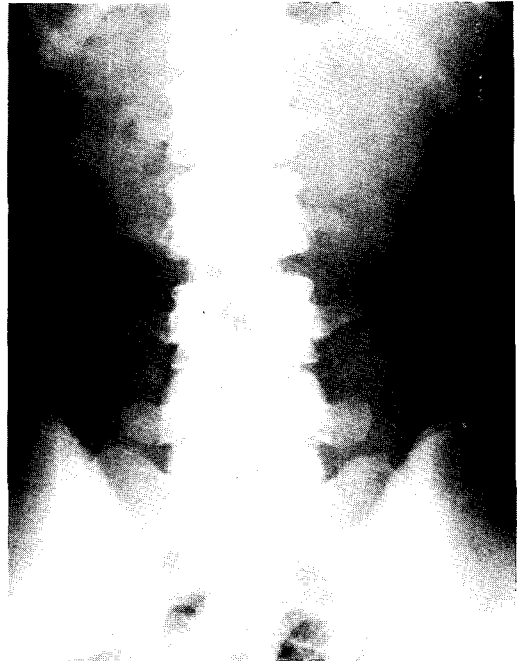
患者 18才, 女性

現病歷 左側腹部痛

腹部單純撮影에서 左上部尿管에 12×6 mm의 結石이 보인다.

治療 無麻酔, 治療回數: 1回, storage: 49

結果 治療 1週間 後에 結石 完全消失



破碎前

(12×6 mm의 左下部尿管 結石)

破碎 1週間 後

(結石 完全 消失)

*storage: 出力(%)×周波數(Hz)×時間(秒)/180×160

사진 4. 尿管結石 ESWL

3) 症例 3(結石 消失良好例)

64歲 男性 左上腹部로부터 左側腹部痛이 있어 來院하여 腹部 單純撮影을 한 결과 左尿管 部に 7×5 mm의 結石이 인정되어 ESWL을 storage 85로 하여 1週間 間隔으로 2회 실시하

였다.

治療 8개월 後의 腹部 單純撮影에서 結石은 8×5 mm로 擴散된 砂狀結石像을 보이고 結石은 약간씩 排泄된 것으로 생각된다(사진 5).

症例 3

患者 64才, 男性

現病歷 左上腹部痛(左側腹部痛)

腹部單純撮影에서 左尿管에 7×5 mm의 結石이 보인다.

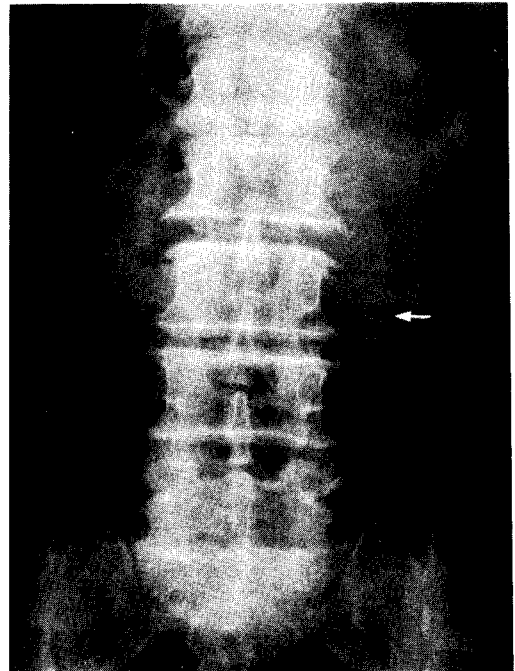
治療 無麻酔, 治療回數: 2回, storage: 85

結果 治療 8個月 8×5 mm의 砂狀結石이 보인다.



破碎前

(7×5 mm의 左尿管 結石)



破碎 8個月 後

(8×5 mm程의 砂狀結石)

*storage: 出力(%)×周波數(Hz)×時間(秒)/180×160

사진 5. 尿管結石 ESWL

4) 症例 4(結石 破碎不良例)

23歲 男性 左背腹部痛로 救急外來로 受診하여 腹部 單純撮影을 하여 左尿管部에 17×9 mm의 結石이 인정되어 ESWL을 storage 64로 실시하였다.

2週 後의 腹部 單純撮影에서도 結石은 術前과 똑같이 破碎效果가 인정되지 않고 있는 것으로 보아 手術로서 結石이 摘出된 症例이다 (사진 6).

症例 4
患者 23才, 男性
現病歷 左背腹部痛(救急外來受診)
腹部單純撮影에서 左尿管에 17×9 mm의 結石이 보인다.
治療 無麻酔, 治療回數: 1回, storage: 64
結果 治療 2週間 後: 結石不變
治療 2個月 後: 手術



破碎前
(17×9 mm의 左尿管 結石)

破碎 2個月 後
(結石不變)

*storage: 出力(%)×周波數(Hz)×時間(秒)/180×160

사진 6. 尿管結石 ESWL

3. 膽囊結石

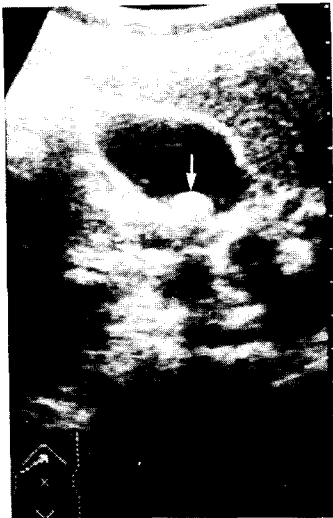
1) 症例 1(結石 完全消失例)

41歲 男性 右上腹部痛으로 來院하여 超音波 檢査로 9×10 mm의 膽囊結石이 인정되어 ESWL을 storage 7로 1週間 間隔으로 3회 실

시하였다.

3회째의 ESWL로 膽囊結石은 砂狀으로 破碎 되어 ESWL을 하고 1개월 후의 超音波 檢査에 서 膽囊內의 砂狀結石은 完全하게 排泄되고 있는 것이 確認된 症例이다(사진 7).

症例 7
患者 41才, 男性
現病歷 左上腹部痛
超音波檢査에서 9×10 mm의 膽囊結石이 보인다.
治療 無麻酔, 治療回數: 3回, storage: 7
結果 治療 直後에 結石 砂狀
治療 1個月 後 結石 完全消失



破碎前
(9×10 mm의 膽石)



破碎直後
(結石砂狀)



破碎 1個月 後
(結石 完全消失)

* storage : 出力(%) × 周波數(Hz) × 時間(秒) / 180 × 160

사진 7. 膽囊結石 ESWL

2) 症例 2(結石 完全消失例)

42歲 女性 心窩部痛으로 來院하여 超音波 檢査로 膽囊內에 크기 21×14 mm의 結石이 인정되어 ESWL을 storage 47로 1週間 間隔으로 3回 실시하였다.

3回째의 ESWL에서 膽囊結石은 砂狀으로 破 碎되어 ESWL 1개월 후의 超音波 檢査에서 膽 囊內的 砂狀結石은 完全히 排泄되고 있는 것이 확인된 症例이다(사진 8).

症例 2
 患者 42才, 女性
 現病歷 心窩部痛
 超音波檢査에서 21×14 mm의 膽囊結石이 보인다.
 治療 無麻酔, 治療回數 : 3回, storage : 47
 結果 治療直後 結石砂狀
 治療 1個月 結石 完全消失



破碎前
(21×14 mm의 膽石)

破碎直後
(結石砂狀)

破碎 1個月 後
(結石 完全消失)

*storage : 出力(%)×周波數(Hz)×時間(秒)/180×160

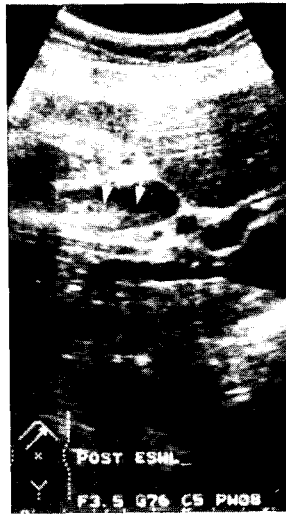
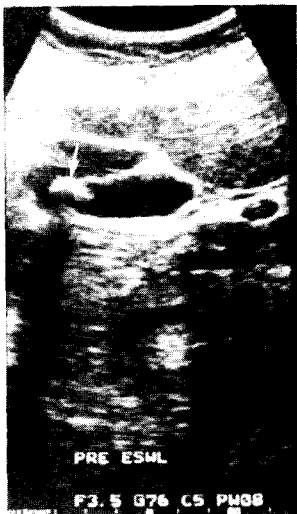
사진 8. 膽囊結石 ESWL

3) 症例 3(結石 完全消失例)

48歲 男性 右上腹部痛으로 來院하여 超音波 檢査로 膽囊內에 크기 16×13 mm의 結石이 인정되어 ESWL을 storage 19로 1주 間격으로 2회 실시하였다.

2회째의 ESWL로 膽囊結石은 砂狀으로 破碎되어 ESWL 1개월 후의 超音波 檢査에서 膽囊內의 砂狀結石은 完全히 排泄되고 있는 것이 確認된 症例이다(사진 9).

症例 3
 患者 48才, 男性
 現病歴 右上腹部痛
 超音波檢査에서 16×13 mm의 膽囊結石이 보인다.
 治療 無麻酔, 治療回數: 2回, storage: 19
 結果 治療直後 結石砂狀
 治療 1個月 後에 結石 完全消失



破碎前
(16×13 mm의 膽石)

破碎直後
(結石砂狀)

破碎 1個月 後
(結石 完全消失)

* storage : 出力(%) × 周波數(Hz) × 時間(秒) / 180 × 160

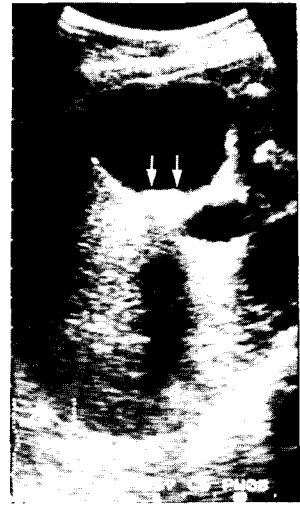
사진 9. 膽囊結石 ESWL

4) 症例 4(結石 消失不良例)

72歲 女性 集團檢診에서 膽囊結石이 指摘되어 當院의 超音波 檢査에서 26×23 mm의 膽囊結石이 인정되어 ESWL을 storage 47로 1주간격으로 6회 실시하였다.

6회째의 ESWL으로 膽囊結石은 砂狀으로 破碎되었다. 그러나 6개월 後의 超音波 檢査에서도 膽囊內에서는 排泄되지 못하고 殘存되는 砂狀의 膽囊結石이 인정된 症例이다(사진 10).

症例 4
 患者 72才, 女性
 現病歴 集團檢診에서 膽囊結石을 指摘
 超音波檢査에서 26×23 mm의 膽囊結石이 보인다.
 治療 無麻酔, 治療回數: 6回, storage: 17
 結果 治療 6週間 後에 砂狀結石 殘存



破碎前
 (26×23 mm의 膽石)

破碎 直後
 (結石 砂狀)

破碎 6個月 後
 (砂狀結石 殘存)

* storage : 出力(%)×周波數(Hz)×時間(秒)/180×160

사진 10. 膽囊結石 ESWL

V. 考 察

衝擊波라 함은 流體中을 音速보다 빨리 전달하여 壓力, 密度가 急激히 變化되는 不連續波로 定義된다. 音波나 超音波는 媒體中을 疎密反復하는 正弦波로서 傳播되나 音波가 增大되면 音波가 나타나는 正弦波形에 歪曲이 생기고 非線形效果에 의해서 急峻波形으로 圓만한 峯쇄로서 單一波形으로 되어 消滅된다⁵⁾. 이 急峻波形이 衝擊波로, 飛行機가 音速을 超過할 때에 생기는 衝擊波로서 생기는 爆發音(sonic boom)은 그 一例이다.

이 衝擊波는 音響 임피던스가 틀리는 物質(媒質)의 境界面에서 反射되나 音響 임피던스가 크게 틀리는 媒質에 入射될 때에는 高壓力으로 進入하여, 逆으로 산출될 때에는 位相을 反轉한 低壓力의 波形으로 跳返된다.

이 衝擊波 特性을 反應하여 生體組織과 結石과의 境界面에 있는 큰 音響 임피던스의 差에 따라 結石入射面에서 壓縮力을 通過面에서 膨脹力을 加하여 結石을 破壞시킨다⁶⁾.

衝擊波의 發生方式에는 水中스파크방식, piezo 效果方式, 電磁變換方式, 微小起爆方式, 아크放電方式, 레이저方式 등이 開發 研究되고 있으나, 實際로 臨床應用되고 있는 것은 水中스파크 方式, Piezo 效果方式, 電磁變換方式의 3方式이다.

Piezo 效果方式은 세라믹으로 된 壓電素子에 電壓을 加하고 piezo 效果 現象으로서 壓電素子에서 衝擊波를 發生시키는 方式이다.

Piezo 效果(壓電歪曲 效果)라 함은 強誘電體 세라믹(티탄酸 지르콘酸鉛)에 加壓하면 이 세라믹이 왜곡되어 펄스波(急峻波形)를 발생시키는 現象 效果를 말하고 이 펄스波는 發生 當初에는 正弦波形이나 水中을 傳播하면 물固有의 非線形 效果로서 高周波部가 前方으로 進行되어 單一波形의 衝擊波로 된다.

ESWL機는 이와 같은 衝擊波를 發生시키는 壓電세라믹을 半球狀의 dish에 配列하여 發生시킨 衝擊波를 集中시키는 構造로 쓰여지고 있

다.

電磁變換 方式은 高電壓電氣 코일로부터 發生한 磁界를 金屬膜에 傳播시키고 생기는 金屬膜의 偏位에 따라 發生시키는 衝擊波를 應用하는 方式으로 이 衝擊波는 piezo 效果方式과 똑같이 水中傳播시키고 非線形 效果로서 單一波形의 衝擊波로 한다. ESWL機는 音響렌스를 사용하여 이 衝擊波를 集束하여 쓴다.

水中스파크 放電方式은 水中電極에서 高電壓을 放電시키면 물이 高溫化와 蒸氣泡化되어 膨脹되고 周圍의 물을 壓縮하여 衝擊波를 發生시키는 方式으로 ESWL機는 이 衝擊波를 金屬性 半橢圓體反射器로 集束하여 사용되고 있다.

이 3方式에 의한 ESWL效果는 焦點領域壓力은 水中스파크 放電 \leq 電磁變換 $<$ piezo 效果方式, 集點面積은 piezo 效果 $<$ 電磁變換 $<$ 水中스파크 放電, 펄스 에너지는 piezo 效果 $<$ 電磁變換 $<$ 水中스파크 放電의 순으로 특징이 있다고 한다. 따라서 水中스파크 放電方式은 強한 破碎力을 가지고 있으나 皮膚面에 強한 疼痛을 준다. 그 반면 piezo 效果方式은 水中스파크 放電方式에 비해서 破碎力은 약간 떨어지나 皮膚面의 疼痛은 작다. 電磁變換方式은 이 兩者의 거의 中間的인 特徵을 가지고 있다고 報告되어 있다⁸⁾.

結石의 探查와 衝擊波焦點의 위치를 결정하는 方法에는 X선 方式과 超音波 方式이 있다. 어느 方法을 막론하고 一長一短이 있으며 一般的으로 尿路系結石에는 X선 방식이 우수하고 膽石系는 超音波 方式이 우수하다고 하나 우리들은 이 두 가지 方式을 治療用途에 따라 臨機應變으로 활용하고 있다.

腎·尿路結石의 治療成績은 97%(86/89)으로 우수한 報告도 있다. 우리 시설에서는 75%이나 結石直徑이 작을 수록 破碎效果 有效率이 높은 것으로서 適應症例의 選擇과 治療方法의 研究로서 治療成績은 向上될 것으로 사료된다.

한편 膽囊結石의 破碎治療成績은 膽囊結石全體의 10~20%가 適應症例로 되어 膽石超波分類(土屋分類)의 I型的 破碎成績이 가장 좋

고 이어서 II型, III型의 순으로 破碎效果 有效率は 약 80~90%程度이다. 今後 ESWL의 膽石適應症例나 治療 protocol이 確立되면 結石破碎效果 有效率의 向上은 더욱 期待될 것으로 사료된다.

腎結石의 ESWL은 初期에는 극히 한정된 症例에 實施되어 왔으나 裝置의 進歩와 改善, 治療方法의 研究로서 適應症例가 擴大되어 破碎成績도 急激히 向上되고 있다. 膽石도 腎結石과 같이 앞으로 破碎成績의 向上이 크게 期待된다.

ESWL에 의한 腎·尿路結石에서의 副作用(合併症)은 衝擊波가 皮膚를 通過할 때에 最初에 皮膚面에 輕한 疼痛을 느끼는 사람이 많으나 治療時間이 經過함에 따라 約 5~10分에서 疼痛은 없어지는 사람이 大多數이다. 그러나 少數例에서는 鎮痛劑의 投與가 필요할 때도 있다.

ESWL에 의한 膽囊結石의 副作用도 癲醉나 鎮痛, 鎮靜劑의 投與를 필요로 하는 症例는 적으며, 가령 동통이나 嘔氣가 發症하여도 衝擊波의 出力을 떨어뜨리면 解消시킬 수 있다. 그러나 衝擊波가 通過하는 皮膚面에는 紅斑이 一過性으로 보이고 또 少數例이지만 膽囊에서 排泄된 總膽管結石에 의한 急性 炎이나 閉塞性 黃疸이 發症하는 것도 있다.

ESWL은 X선 裝置나 超音波 裝置 등과 驅使되어 비로소 우수한 治療效果를 發揮할 수 있는 것이다. 따라서 診療放射線技師는 ESWL機의 操作이나 X선 檢査, 超音波檢査 등에 팀의 一員으로서 積極的으로 參與하여 ESWL의 治療效果 方向에 寄與할 수 있게 努力할 必要가 있다고 사료된다.

VI. 結 論

日本 大垣市民病院에서는 piezo效果方式에 따라 ESWL의 現狀과 治療成績을 報告하고 若干의 症例를 供覽하고 考察을 하였다.

ESWL의 裝置의 改良, 治療方法의 研究, 適

應症例의 選擇에 따라 ESWL의 治療成績은 앞으로 더욱 向上됨과 동시에 앞으로 그 이용은 증대될 것으로 생각된다.

參 考 文 獻

1. 金森勇雄, 中野哲, 馬場健碩, 川地俊明: 體外衝擊波結石破碎療法(Extracorporeal shock wave lithotripsy, ESWL)의 現狀, 日本放射線技師會雜誌, 36:845~848, 1989.
2. 金森勇雄, 馬場健碩, 川地俊明, 外: 體外衝擊波結石破碎療法(extracorporeal shock wave lithotripsy, ESWL)의 現狀, 第2報 腎·尿管結石破碎療法, 日本放射線技師會雜誌, 37:399~405, 1990.
3. 川地俊明, 金森勇雄, 馬場健碩, 外: 體外衝擊波結石破碎療法(extracorporeal shock wave lithotripsy, ESWL)의 現狀, 第3報 膽囊結石破碎療法, 日本放射線技師會雜誌, 37:1396~1402, 1990.
4. 川地俊明, 金森勇雄, 馬場健碩, 外: 體外衝擊波結石破碎療法(extracorporeal shock wave lithotripsy, ESWL)의 現狀, 第4報 ESWL의 現狀, 日本放射線技師會雜誌, 38:1014~1021, 1891.
5. 眞下節夫: ESWL의 基礎的 事項と裝置의 概要, ESWLによる 尿路結石治療의 實際, 醫學圖書出版, 23~26, 1989.
6. 星野利用: 電磁變換方式 LITHOSTAR 體外衝擊波膽石破碎療法, 醫學圖書出版, 32~34, 1989.
7. 武藤和雄: 스파크放電方式- MPL9000 體外衝擊波膽石破碎療法, 醫學圖書出版, 13~17, 1989.
8. 土屋幸浩, 植谷一夫, 外: 體外衝擊波膽石破碎療法의 現狀과 問題點, 內科, 65:423~429, 1990.
9. 長谷川眞常, 外: 第二世代結石破碎裝置(EDAPLT-01)による 尿路結石治療의 經驗, 富山市醫師會報, 212:4~9, 1988.