

Sonolith 체외충격파쇄석술 (Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy)의 초기치험

황은주¹⁾, 허정식^{2)*}

제주대학교 의과대학 ¹⁾의학과, ²⁾비뇨기과학교실

Sonolith Extracorporeal Shock wave Lithotripter for the Treatment of Urinary Calculi

Eun-Ju Hwang¹⁾, Jung-Sik Huh^{2)*}

Departments of ¹⁾Medicine, ²⁾Urology, College of Medicine, Cheju National University, Jeju 690-756, Korea.

Abstract

Purpose: The electroconductive lithotripter (ECL) is a new concept for shockwave generation in which a conductive solution channels the discharge between the anode and cathode. To evaluated the effectiveness and safety of extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL), with a Sonolith lithotripter, in patients with urinary stones.

Materials and methods: Out of 183 patients treated, complete follow up data were available on 177 patients, between August 2001 and January 2004. The study group comprised of 105 men and 72 women (1.46:1), mean ages of 47.70 and 52.83, respectively. The number of sessions and success rates according to the stone sizes and location of stones were analysed. Auxiliary measures, other treatment modalities and complications were also reviewed.

Results: The overall success rate of ESWL was 96.05% (170 of 177 patients). For the stones of calyx and renal pelvis, regardless of stone size, the ESWL was 100% successful. For upper ureter stones, the success rates ranged from 90%, for stones 11-15mm in size, to 100%, for stones less than 5mm and more than 15 mm in size. For lower ureter stones, the success rates ranged from 50%, for stones 11-15mm in size, to 100%, for stones less than 5mm and more than 15mm in size. The success rates of midureter, staghorn and multiple lesion were 100%, 66.67% and 66.67%, respectively. The number of sessions correlated the stone size. Post-ESWL complications were observed in 4 cases (2.26%).

Conclusions: The success rate of ESWL was 96.05%. In our experience, ESWL has proved to be an effective and safe method to treat the urinary stones.

Key words: Electorconductive lithotripter(ECL), ESWL

서론

체외충격파쇄석술 (Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy: ESWL)은 1980년 독일에서 신결석 치료를 위해 처음으로 임상에 이용되었고 (1), 최근까지 요로결석의 치료에 있어서 효과적이고 안전한 치료법으로 널리 이용되고 있다. 요로결석에 대한 치료에 있어서 그 적응증이 크게 넓어졌고, 전체 요석의 90% 이상을 체외충격파쇄석술 단독요법으로 치료하고 있다 (2-5). 체외충격파쇄석술의 효과는 요석크기, 위치, 시술횟수 등과 관련이 있으며 (2, 3), 예후인자와 관련된 연구가 활발하게 이루어지고 있다 (5). 더 나아가 체외충격파쇄석술 자체의 유용성에 대한 연구뿐만 아니라 체외충격파쇄석기 기계모델에 따른 요로결석 치료 효과의 비교, 연령에 따른 체외충격파쇄석술의 효과, 체외충격파쇄석술 후의 합병증 치료 등 체외충격파쇄석술과 관련된 다양한 분야의 연구도 이루어지고 있다 (2-4).

본 연구에서는 최근 새로운 체외충격파쇄석기인 Sonolith (EDAP, France)을 이용하여 치료받은 요로결석환자에 대하여 후향적 조사를 시행하여 결석의 발생빈도 및 결석의 위치와 크기에 따른 체외충격파쇄석술 시행횟수와 성공률 및 시행 후 발생한 합병증 등에 대하여 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

2001년 8월부터 2004년 1월까지 요석으로 진단되어 체외충격파쇄석술을 시행 받은 183명 중 추적관찰이 불가능한 환자 6명을 제외한 나머지 환자를 대상으로 하여 병원을 방문하게된 주증상, 요로감염여부, 요로결석의 재발여부 및 성별, 연령별 빈도비교 및 요석의 위치와 크기에 따른 체외충격파쇄석술의 효과 및 평균 시술횟수, 시행 후 합병증여부 등에 대하여 후향적인 조사를 하였다. 체외충격파쇄석술을 시행하기전 경정맥요로조영술과 요검사 및 요배양검사와 요로결석의 원인을 파악하기 위해 혈장에서 부갑상선호르몬검사

및 칼슘, 인, 요산에 대한 검사를 실시하였으며, 전처치나 진통제의 투여를 하지 않는 것을 원칙으로 하여 체외충격파쇄석술을 시행하였다. 신결석과 신우결석, 상부요관결석의 경우에는 앙와위의 자세로, 중부요관결석 및 하부요관결석은 복와위의 자세로 체외충격파쇄석술을 시행하였다. 충격파의 강도는 시술 중 환자의 통증 정도에 따라 조절하였고, 일반적으로 낮은 강도부터 서서히 증가하여 환자의 통증순응도에 따라 최대강도로 실시하였고, 총충격파발사횟수를 2000회를 기준으로 하여, 시술시간 30분, 초당 1회를 시술원칙으로 하였다. 녹각적인 경우에는 Double J 관을 삽입하여 시술하였으며, 체외충격파쇄석술의 효과는 시술 7일 이후에 요로단순촬영을 통하여 요로결석의 존재 여부를 알아보았고, 요로결석이 4 mm 이상인 경우에는 체외충격파쇄석술을 실시하였고, 요로결석이 관찰되지 않거나, 3 mm 이하의 경우에 완전관해된 것으로 추정하였다. 이를 바탕으로 요석의 크기, 위치에 따라 시행횟수와 성공률을 분석하였다.

결과

1. 요석환자의 임상적 특징

환자의 연령분포는 18세에서 80세로 평균연령은 50.27세 이었고, 40대가 44명 (24.86%)으로 빈도가 가장 높았으며, 다음으로 50대가 41명 (23.16%) 이었다. 환자의 성별분포는 남자가 105명, 여자가 72명으로 남녀비는 1.46:1이었다. 남자환자의 연령분포는 22세부터 73세로 평균연령은 47.70세였고, 여자환자는 18세부터 80세로 평균연령은 52.83세 이었다 (Table 1, Fig. 1).

요로결석환자의 주된 증상은 급격한 측와부동통이 168명 (94.92%), 현미경적 혈뇨 및 육안적 혈뇨가 6명 (3.39%), 빈뇨 등의 배뇨증상이 2명 (1.13%), 무증상으로 우연하게 발견된 경우가 1명 (0.56%) 이었다 (Table 2).

요석환자와 관련된 병력으로는 중복요관, 요관류, 단신의 병력을 가진 환자들이 각각 1명 (0.56%), 1명

Table 1. Characteristics of urinary stones

No. of patients (male: female)	177 (105:72)
Mean age (year)	
Male	47.70
Female	52.83
The most prevalent age	5th decade
No. of patients according to location	
Upper calyx (%)	2 (1.13)
Lower calyx (%)	5 (2.82)
Upper ureter (%)	91 (51.41)
Midureter (%)	1 (0.57)
Lower ureter (%)	61 (34.46)
Renal pelvis (%)	8 (4.52)
Staghorn (%)	3 (1.69)
Multiple lesion (%)	6 (3.40)
Total	177 (100.00)
No. of patients according to size of stone	
less than 5mm (%)	55 (31.07)
5-10mm (%)	83 (46.89)
11-15mm (%)	19 (10.74)
more than 15mm (%)	14 (7.91)
Nature of stones (%)	
New onset	156 (88.14)
Recurrent	21 (11.86)
Total	177 (100.00)
Procedure related to ESWL (cases)	
Double J stent	1 (0.57)
URS (%)	4 (2.26)
PNL (%)	2 (1.13)
PCN (%)	5 (2.85)

URS: lithotripsy with ureteroscopy,
PNL: percutaneous nephrolithotripsy,
PCN; percutaneous Nephrostolithotomy

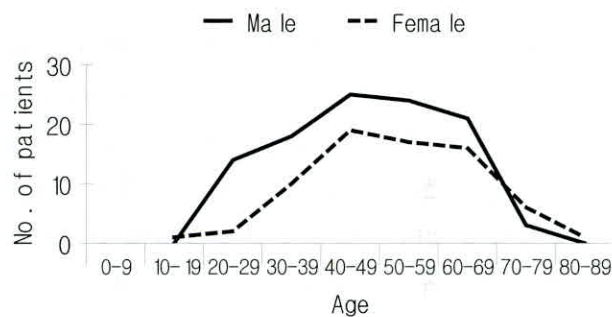


Fig. 1. Gender and age of patients.

(0.56%), 2명 (1.13%)이었고, 요석과는 관련성이 적은 질환으로는 간경변, 당뇨, 심혈관질환, 고혈압을 가진

Table 2. Symptoms of urinary stones

Symptoms	No. of patients (%)
Flank colicky pain	168 (94.92)
Hematuria	6 (3.39)
Lower urinary tract symptom	2 (1.13)
No symptom	1 (0.56)
Total	177 (100.00)

Table 3. Medical histories of patients

Medical histories	No. of patients (%)
Duplication	1 (0.56)
Ureterocele	1 (0.56)
Single kidney	2 (1.13)
Liver cirrhosis	1 (0.56)
DM	1 (0.56)
CVA	1 (0.56)
Hypertension	4 (2.26)

Table 4. Urine culture

Urine culture	No. of patients (%)
No growth	171 (96.60)
E.Coli	3 (1.70)
Pseudomonas	3 (1.70)
Total	177 (100.00)

환자도 7명 (3.96%)있었다 (Table 3). 요검사에서 고배율검사에서 3개 이상의 적혈구가 관찰된 환자는 164명 (92.66%), 백혈구가 5개 이상 관찰된 환자는 13명 (7.34%)이었고, 요 세균배양 시 *Escherichia coli*와 *Pseudomonas* sp.가 배양된 환자가 각각 3명 (1.70%)있었으며, 나머지의 환자에서는 세균이 배양되지 않았다 (Table 4).

2. 요석의 위치 및 크기

177례 중 상부소신배의 결석은 2례 (1.13%)였으며, 크기별 분포는 11-15 mm가 1례 (50%), 16 mm이상이 1례 (50%)였다. 하부소신배의 결석은 5례 (2.82%)였으며, 11-15 mm가 4례 (80%), 16 mm이상이 1례 (20%)였다. 상부요관결석은 91례 (51.41%)였고, 4 mm이하가 25례 (27.47%), 5-10 mm가 53례 (58.24%), 11-15 mm가 10례 (10.99%), 16 mm이상이 3례 (3.30%)였다.

Table 5. No. of patients according to sizes and locations of urinary stones

No. of Patients (%)	<5mm	5-10mm	11-15mm	>15mm	Total (%)
Upper calyx			1	1	2 (1.13)
Lower calyx			4	1	5 (2.82)
Upper ureter	25	53	10	3	91 (51.41)
Midureter	1				1 (0.57)
Lower ureter	29	29	2	1	61 (34.46)
Renal Pelvis		1	2	5	8 (4.52)
Staghorn				3	3 (1.69)
Multiple lesion	6				6 (3.40)
Total	61	83	19	14	177 (100.00)

중부요관결석은 1례 (0.57%)였고, 4 mm이하였다. 하부요관결석은 61례 (34.46%)였고, 4 mm이하가 29례 (47.54%), 5-10 mm가 29례 (47.54%), 11-15 mm가 2례 (3.28%), 16 mm이상이 1례 (1.64%)였다. 신우결석은 8례 (4.52%)였고, 5-10 mm가 1례(12.50%), 11-15 mm가 2례 (25%), 16 mm이상이 5례 (62.50%)였다. 녹각석은 3례 (1.69%)였고, 이것들은 모두 크기가 16 mm이상이었다. 요석은 크기별로 4 mm이하, 5-10 mm, 11-15 mm, 16 mm이상으로 분류하였으며 5-10 mm의 결석이 46.89%로 가장 많았다 (Table 1, 5).

12명의 환자가 ESWL과 관련된 시술로 Double J관 삽입, 요관경, 경피적신주설치술, 경피적신쇄석술을 시술받았다.

3. 요석의 위치와 크기에 따른 평균시술 횟수

결석의 위치와 크기에 따른 평균시술 횟수는 상부소신배결석인 경우 11-15 mm에서 4회, 16 mm이상에서 4회였고, 하부소신배결석인 경우 11-15 mm에서 1.25회, 16 mm이상에서 4회였다. 상부요관결석에서는 4 mm이하에서 1회, 5-10 mm에서 1.5회, 11-15 mm에서 2.9회, 16 mm 이상에서 3회 시술하였고, 중부요관결석은 크기가 4 mm이하로 1회 시술하였으며, 하부요관결석에서는 4 mm이하에서 1.2회, 5-10 mm에서 2.1회, 11-15 mm에서 2회, 16 mm이상에서 3회 시술하였다. 그리고 하부요로결석 중 한 사례에서 5 mm의 결석이 2개 있었는데 3회 시술 후 완전관해가 되었다.

Table 6. Mean No. of sessions

	<5mm	5-10mm	11-15mm	>15mm
Upper calyx			4.00	4.00
Lower calyx			1.25	4.00
Upper ureter	1.00	1.50	2.90	3.00
Midureter	1.00			
Lower ureter	1.20	2.10	2.00	3.00
Renal Pelvis		1.00	2.50	2.60
Staghorn				12.00
Multiple lesion	4.00			

신우결석의 평균시행 횟수는 5-10 mm에서 1회, 11-15 mm에서 2.5회, 16 mm이상에서 2.6회였고, 녹각석은 16 mm이상으로 평균 12회 시술하였다. 다발성으로 결석을 가지고 있는 환자들은 평균 4회 시술하였다 (Table 6).

4. 요석의 위치와 크기에 따른 성공률

요석환자에서 완전관해는 170명 (96.05%)이었다. 소신배결석, 중부요관결석, 신우결석은 모든 환자에서 완전관해되었다. 상부요관석의 완전관해율은 4 mm이하에서 100% (25/25), 5-10 mm에서 98.11% (52/53), 11-15 mm에서 90% (9/10), 16 mm이상에서 100% (3/3)였고, 하부요관결석에서는 4 mm이하에서 100% (29/29), 5-10 mm에서 96.55% (28/29), 11-15 mm에서 50% (1/2), 16 mm이상에서 100% (1/1)였다. 또한, 녹각석은 66.67% (2/3), 다발성 병소인 경우 66.67% (4/6)였다 (Table 7, Fig. 2).

Table 7. Success rate according to size and location of stones

Location	Size (mm)				Total (%)
	<5	5-10	11-15	>15	
Upper calyx			1/ 1(100.00)	1/ 1(100.00)	2/ 2(100.00)
Lower calyx			4/ 4(100.00)	1/ 1(100.00)	5/ 5(100.00)
Upper ureter	25/ 25(100.00)	52/ 53(98.11)	9/ 10(90.00)	3/ 3(100.00)	89/ 91(97.80)
Midureter	1/ 1(100.00)				1/ 1(100.00)
Lower ureter	29/ 29(100.00)	28/ 29(96.55)	1/ 2(50.00)	1/ 1(100.00)	59/ 61(96.72)
Renal Pelvis		1/ 1(100.00)	2/ 2(100.00)	5/ 5(100.00)	8/ 8(100.00)
Staghorn				2/ 3(66.67)	2/ 3(66.67)
Multiple lesion	4/ 6(66.67)				4/ 6(66.67)
Total (%)	59/ 61(96.72)	81/ 83(97.59)	17/ 19(89.47)	13/ 14(92.86)	170/177(96.05)

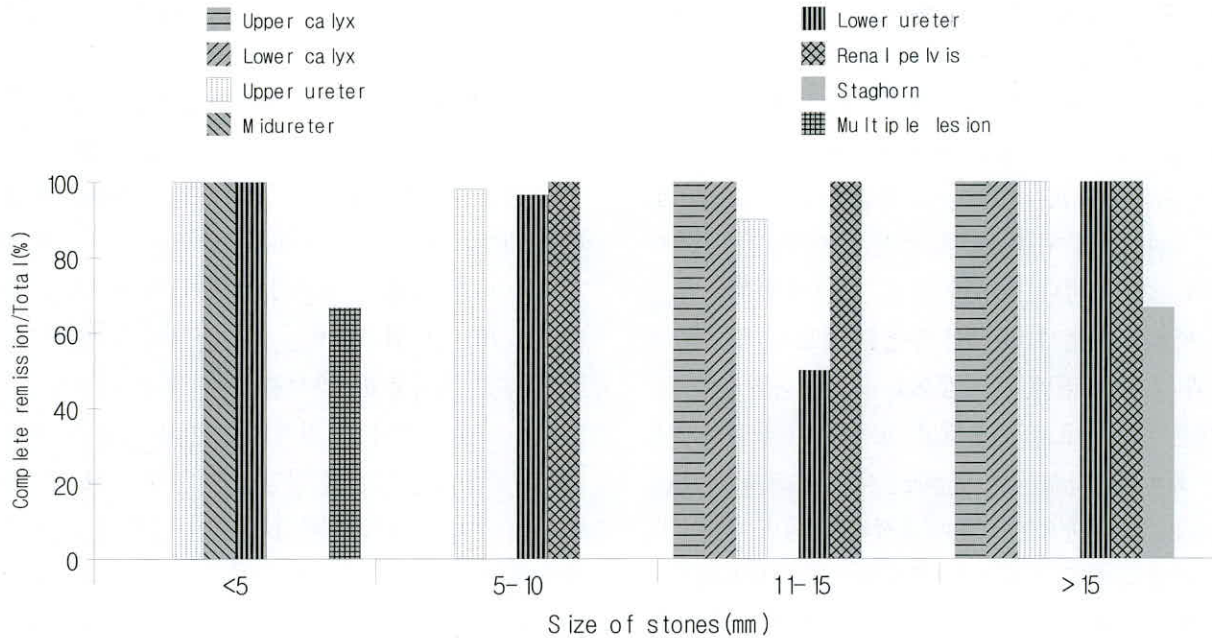


Fig. 2. Success rate of ESWL.

5. 체외충격파쇄석술 후 합병증

체외충격파쇄석술 후 173명 (97.74%)은 합병증이 없었으며, 4명 (2.26%)은 석로현상을 보였다 (Table 8).

Table 8. Complication after ESWL

Complication	No. of patients (%)
Absent	173 (97.74)
Steinstrasse	4 (2.26)
Total	177 (100.00)

고찰

1980년 독일에서 체외충격파쇄석기가 개발되어 결석 환자의 치료에 일대 전환기를 맞아 (1), 오늘날 대부분의 요석을 외과적 수술 없이 해결할 수 없게 되었다. 충격파쇄석기의 발달과 임상경험의 축적으로 교정이 어려운 출혈성 질환, 임신부, 급성열성질환을 제외하고는 충격파쇄석술이 가능하게 되었다. 충격파쇄석기의 쇄석기전은 충격파를 체외에서 발생시켜 체내결석에 집중함으로써 순간적으로 강력한 에너지가

결석에 전달되어 분쇄되는 것이다.

현재 사용되는 충격파쇄석기는 충격파 발생 방식에 따라 전기수압식, 전자기식, 압전기식 등으로 나뉘며, 결석을 조영하는 방법에 따라 방사선 조영과 초음파 영상을 이용하는 방법으로 분류된다. 본 연구에서 사용한 기전은 최근 개발된 electroconductive형으로 방사선 조영과 초음파 영상을 모두 이용할 수 있으나 신결석, 상부요관에서는 두 가지 조영방법을 모두 사용할 수 있으나 중부요관결석, 하부요관결석에서는 방사선 조영으로만 결석을 포착할 수 있다. 본 연구에서 사용한 Sonolith 충격파쇄석기는 충격파의 강도를 환자의 통증순응도에 따라 강도를 조절할 수 있는 장점과 초점부위가 커 우수한 분쇄효과가 있어 원칙적으로 진통제를 사용하지 않을 수 있었다. 추가쇄석은 원칙적으로 1주 간격으로 시행하였다.

체외충격파쇄석술의 성공에 영향을 주는 요인으로 결석의 크기, 위치, 모양, 성분, 환자의 상태 등이 있으며, 보유장비나 술자의 경험, 경제성까지도 성공률에 영향을 미친다. 요석의 무기질 밀도가 충격파 소요량과 밀접한 관계를 가짐으로서 체외충격파쇄석술에 대한 예측지표로 이용하고 요석의 방사선 비투과도도 쇄석성공률의 의미있는 인자로 보고하였다 (6, 7). 그 외에 영향요인으로는 요석의 위치와 직경, 요관의 관삼입 등도 관련있는 것으로 보고되었으며 (5), 저자의 경우에도 요석의 위치와 크기에 의미있는 치료 결과의 차이를 보였다. 같은 위치에 있는 결석을 크기별로 비교해 보았을 때, 결석의 크기가 클수록 체외충격파쇄석술 평균시술 횟수가 증가하였다. 또한, 결석의 크기가 4 mm이하일 때의 체외충격파쇄석술의 성공률은 결석이 다발성으로 있는 경우를 제외하고는 모두 100%였던 것에 비해, 5 mm 이상이 되면서 완전 관해가 되지 않았다. 그러나, 최근에는 요석의 위치에 따른 성공률은 큰 차이가 없다는 주장이 대두되고 있으며, 중부요관석은 상부요관석에 비해 위치확인 어려운 점은 있으나, 현재 쇄석장비의 발전과 술자의 경험의 축적에 의해 요석 위치 측정이 점점 용이해지고 있어 중부요관의 치료효과도 큰 차이가 없다고 보

고하고 있다 (8).

신배석의 위치에 따른 충격파쇄석술의 효과에 대하여 상부와 중부신배석이 70-90%인 반면, 하부신배석은 50-70%로 상부와 중부신배석에 비해 하부신배석이 낮음을 보고하였다 (9-14). 본 연구에서는 소신배의 위치에 따른 성공률의 차이는 없었다. 요관결석은 상부, 중부, 하부에 따른 특별한 차이가 관찰되지 않았고, 신우결석도 요관결석과 성공률의 차이는 없었다. 녹각석은 12회의 체외충격파쇄석술을 수행하였고, 그럼에도 불구하고 1례에서 완전관해되지 않았다. 또한, 다발병소를 가진 환자에서도 평균 4회의 체외충격파쇄석술을 수행하였고, 이 중 2례에서는 완전 관해되지 않았다.

체외충격파쇄석술의 효용성과 안정성이 잘 알려져 있음에도 불구하고 체외충격파쇄석술을 수행 후 여러 가지 합병증이 유발될 수 있다. 쇄석기 기종과 관계없이 35.7-93%가 육안적 혈뇨를 발생한다고 하였으며, 24시간 이상 지속된 육안적 혈뇨가 발생하기도 한다 (7, 15, 16). 본 연구에서는 석로현상이 2.26%에서 발생되었다. 체외충격파쇄석술은 결석을 치료하는 데 안전하고 효과적이며, 결석의 크기와 위치가 체외충격파쇄석술의 성공률에 영향을 미친다고 할 수 있다. 따라서 결석의 크기와 위치에 따라 치료 후 성공률을 예측할 수 있는데 결석의 크기가 클수록 충격파쇄석 횟수가 증가하였으며 성공률은 낮아졌다. Sonolith 체외충격파쇄석기를 이용한 요석치료의 단일요법으로 유용한 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Chaussy C, Brendel W, Schmiedt E. Extracorporeally induced destruction of kidney stones by shock waves. *Lancet* 1980;2:1265-1268.
2. 이지현, 이선주, 이충현, 김진일, 장성구. Piezoelectric shock wave (EDAP LTO1과 LTO2)를 이용한 충격파쇄석술의 치료 효과: 5,000례 치료경험. *대한비뇨*

- 회지 2003;44:216-220.
3. 홍영권. Genestone 190 체외충격파쇄석기를 이용한 요석치료. *대한비뇨회지* 2003;44:1021-1025.
 4. Kinsui H, Nomura H, Oikawa T, et al. Electroconductive lithotripsy: clinical results of the sonolith sigma. *Acta Urol* 1999;45:601-604.
 5. Abdel-Khalek M, Sheir KZ, Elsobky E, Showkey S, Kenawy M. Prognostic factors for extracorporeal shock-wave lithotripsy of ureteric stones. *Scand J Urol Nephrol* 2003;37:413-418.
 6. Hong DS, Chang SG. Significance of stone mineral density in patient with renal stone as a predictive parameter for effect of ESWL. *Korean J Urol* 1995; 36:629-634.
 7. Lee JT, Park DY, Chang DS. Experience of extracorporeal shock wave lithotripsy with Northgate SD-3 in 2500 patients of urinary calculi. *Korean J Urol* 1997;38:37-46.
 8. Ruckdeschel M, Bauer E, Schneider W, Altwein JE. ESWL of stones in the mid-ureter. *Urol Int* 1992;49: 167-170.
 9. Mobley TB, Myers DA, Grine WB, Jenkins JM, Jordan WR. Low energy lithotripsy with the lithostar: treatment results with 19,962 renal and ureteral calculi. *J Urol* 1993;149:1419-1424.
 10. Nicely ER, Maggio MI, Kuhn EJ. The use of a cystoscopically placed cobra catheter for directed irrigation of lower pole caliceal stones during extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* 1992; 148:1036-1039.
 11. Drach GW, Dretler S, Fair W, et al. Report of the United States cooperative study of extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* 1986;135:1127-1133.
 12. Watson RB, James AN. Extracorporeal shock wave lithotripsy for ureteric calculi with the Donier MFL 5000 lithotripter at a multi-user center. *Br J Urol* 1993;72:683-687.
 13. Graff J, Diedrichs W, Schulze H. Long-term followup in 1,003 extracorporeal shock wave lithotripsy patients. *J Urol* 1994;151:663-667.
 14. Lingeman JE, Siegel YI, Steele B, Nyhuis AW, Woods JR. Management of lower pole nephrolithiasis: critical analysis. *J Urol* 1994;151:663-667.
 15. 최원호, 박해영, 이춘용. 체외충격파쇄석기 (Genestone 190)를 이용한 요석환자의 치료 경험. *대한비뇨회지* 1998;39:1087-1092.
 16. Chaussy CG, Fuchs GJ. Current state and future developments of noninvasive treatment of human urinary stones with extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* 1989;39:35-40.