

상부요관결석의 치료에서 수신증의 정도에 따른 체외충격파쇄석술의 성공률

Relationship between the Success of Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy (ESWL) and the Degree of Hydronephrosis when Treating Patients with Upper Ureteral Stones

Yun Il Kang, Hyung Yoon Moon, Chul Sung Kim

From the Department of Urology, College of Medicine, Chosun University, Gwangju, Korea

Purpose: We tried to determine the relation between the degree of stone-induced hydronephrosis and the outcome of extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) when treating patients with solitary upper ureteral stone.

Materials and Methods: 260 proximal ureteral stone patients with or without hydronephrosis were treated with ESWL between January 2003 and December 2006 and 8 of these patients were lost to follow up. The degree of hydronephrosis was defined by performing renal ultrasound. The patients were divided into four groups according to the degree of hydronephrosis. Group 0 (n=30) had no urinary system dilatation, group 1 (n=123) had a mild dilatation of the renal pelvis but no renal calices, group 2 (n=75) had a moderate dilatation of the renal pelvis and group 3 (n=24) had a severe dilatation of the renal pelvis and calices. In addition to the degree of hydronephrosis, the stone size, number of sessions, number of shockwave treatments applied and the success rate of ESWL were recorded.

Results: The success rate after ESWL treatment was 92.9% (n=234). There were no statistically significant differences among the groups for the stone size, number of sessions and number of applied shockwave treatments. There was a trend for a decreased success rate of ESWL with an increased degree of hydronephrosis, but this did not reach statistical significance (p=0.436). After ESWL, a few patients encountered minor complications such as gross hematuria, flank pain, stone street, fever and perirenal hematoma. Yet most cases were treated conservatively and there was no need for hospitalization.

Conclusions: For the patients in our study who had a solitary calculus in the upper ureter, the degree of hydronephrosis caused by the stone does not affect the success rate after ESWL. (Korean J Urol 2007;48:422-427)

Key Words: Extracorporeal shockwave lithotripsy, Calculi, Hydronephrosis

대한비뇨기과학회지
제 48 권 제 4 호 2007

조선대학교 의과대학 비뇨기과학교실

강윤일 · 문형운 · 김철성

접수일자 : 2006년 11월 15일
채택일자 : 2007년 3월 20일

교신저자: 문형운
조선대학병원 비뇨기과
광주광역시 동구 서석동 588
☎ 501-717
TEL: 062-220-3216, 3210
FAX: 062-232-3210
E-mail: mu-hn@daum.net

이 논문은 2006년도 조선대학교 병원 선택
진료비 학술연구비에 의해 연구되었음.

서 론

과거에 요관 결석은 수술적 처치가 일차적인 치료 방법이
였지만 1980년대 체외충격파가 처음 도입된 이후로 체외충

격파쇄석술 (extracorporeal shock wave lithotripsy; ESWL)은
눈부신 발전을 거듭해 왔으며, 현재 요관 결석의 치료에 있
어서 비침습적이면서도 성공적인 시술로 인식되고 있다.^{1,2}
요관 결석으로 인한 요관 폐쇄 시 초기에는 수질 네프론에
서 피질 네프론으로 신혈류가 빠르게 재분포되어 사구체

여과율과 신혈류가 감소하게 되며, 시간이 경과함에 따라 평형 상태가 깨지면서 신우와 신배는 확장되어 수신증을 초래하게 된다.^{3,4} 또한 요관 폐쇄 후 3일이 지나면 요관 비대 나타나기 시작하고,⁵ 요관의 연동 운동이 감소되어 결석의 배출에도 영향을 미치게 된다. 그래서 과거에는 요관 결석을 신장으로 밀어올린 후 ESWL을 시행하거나 요관부목을 유치하기도 하였다. 그러나 최근에 ESWL의 발달로 인해 치료 효과가 증가함에 따라, 요관 결석 자체에 대한 일차 치료로서 ESWL의 효용성에 대한 많은 연구가 발표되고 있다.

반복되는 ESWL로 요관 결석이 해결되지 않을 경우 결국 요관경하배석술 등의 수술적 처치가 필요하게 된다. 그러나 만약 요관 결석의 일차 치료법으로서 ESWL의 성공률을 예측할 수 있다면, 요관 결석을 지닌 환자는 개인에 따라 더 효과적인 치료법을 선택할 수 있을 것이다. 그리하여 ESWL 성공률에 영향을 미치는 인자에 대한 여러 연구가 이루어지고 있다. 요석의 크기, 위치, 성분 등 여러 인자들의 영향을 받는다고 밝혀졌지만,⁶ 수신증 정도에 따른 ESWL의 성공률은 아직도 논쟁의 여지가 많다. Ozgur 등⁷은 수신증의 정도가 심한 경우 ESWL 성공률이 낮다고 한 반면, Seitz 등⁸은 수신증의 정도와 상관없이 성공률은 비슷하다고 하였다.

이에 저자들은 상부요관결석에 의해 형성된 수신증의 정도에 따른 ESWL의 성공률에 대하여 알아 보고자 하였다.

대상 및 방법

2003년 1월부터 2006년 12월까지 4년 동안 본원에서 상부요관결석으로 체외충격파쇄석술 (ESWL)을 받은 입원 및 외래 환자 총 260례 중, 추적관찰이 중단된 8례를 제외한 252례를 대상으로 하였다. 환자는 남자가 166례 (65.9%), 여자는 86례 (34.1%)로 남자에서 두 배 가량 많았으며, 환자의 연령은 18세에서 81세까지로 평균 연령은 49.46 ± 15.67 세였다. 요관결석의 위치는 좌측이 129례, 우측이 123례로 비슷하게 위치하였다. 상부요관은 신우요관 이행부에서 천장골 결합부 상부까지로 정의하였고, 요관결석의 크기는 단순복부촬영에서 최대 직경 4mm 이상 15mm 이내를 대상으로 하였다. 결석을 치료한 적이 있거나 요관 협착, 무기능 신장, 선천성 기형에 의한 수신증, 임신 등의 과거력 및 개인력이 있는 환자는 연구에서 제외하였다.

요관결석은 단순복부촬영과 경정맥요조영술 및 전산화단층촬영으로 진단하였으며, Dornier Compact Delta[®] 3세대 체외충격파쇄석기를 이용하였다. 시술 전 통증조절 및 안정을 목적으로 diazepam 10mg을 정주하였으며, 시술 후

진통제는 통상적으로 주지 않았고, 충분한 수분 섭취와 운동을 권장하여 분쇄된 요관결석의 자연 배출을 유도하였다. 처음 시술 후 1주일 뒤 단순복부촬영과 신장초음파검사를 시행하여 잔석의 크기가 4mm 미만인 경우 보존적 치료를 시행하였고, 위치 변동이 없거나 4mm 이상의 잔석이 남아있는 경우 재시술을 시행하여 요관결석이 배출될 때까지 2주 간격으로 추적관찰하였다. 치료의 성공 여부는 ESWL 시행 3개월 내에 방사선학적 검사에서 요석이 완전히 배출되었거나, 4mm 미만의 요석이 남아있으나 증상이 없는 경우로 결정하였다.

ESWL 시술 전 신장초음파검사를 이용하여 수신증 정도에 따른 ESWL 성공률을 평가하기 위해서 Cietak과 Newton⁹이 보고한 초음파에 따른 수신증 분류를 참고하여, 요로계 확장이 없는 군은 Group 0 (11.9%), 경증의 신우 확장은 있으나 신배의 변형이 없는 군은 Group 1 (48.8%), 중등도의 신우와 신배 확장이 동시에 있는 군은 Group 2 (28.6%), 중증도의 신우와 신배 확장이 동시에 있는 군을 Group 3 (9.5%)으로 분류하였다. 그리고 수신증의 정도에 따른 각 그룹의 요석의 크기, 방전 횟수, 시술 횟수를 비교분석하였으며 결석의 크기에 따른 성공률과 수신증의 정도도 함께 비교 분석하였다.

검사 결과의 검정 및 통계 분석은 Pearson chi-square test, ANOVA test 및 Student's t-test를 사용하였고 $p < 0.05$ 인 경우 통계적으로 유의성이 있는 것으로 간주하였다.

결 과

전체적인 ESWL 성공률은 92.9% (n=234)였고, 요석의 평

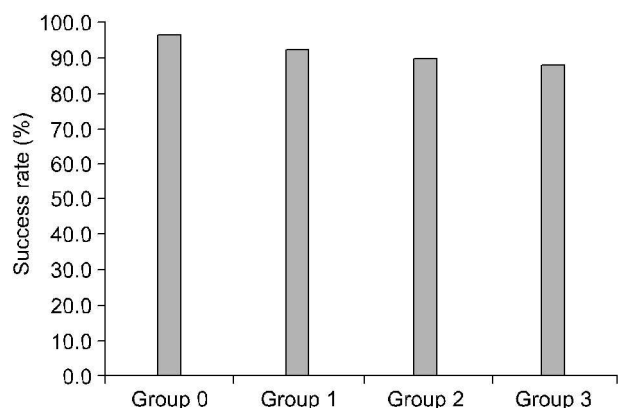


Fig. 1. Success rate of extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) between the four groups ($p=0.436$). Group 0 had no urinary system dilatation, group 1 had a mild dilatation of the renal pelvis but not renal calices, group 2 had a moderate dilatation of the renal pelvis and group 3 had a severe dilatation of the renal pelvis and calices.

균 크기는 $8.11 \pm 2.67\text{mm}$ (4-15)였다. 평균 시술 횟수는 1.637 ± 1.09 회 (1-8)였으며, 1회 시술당 방전 횟수는 평균 $3,454 \pm 364$ 회 (2,500-5,000)였다.

수신증 정도에 따른 ESWL 성공률은 Group 0에서 96.7% (n=29), Group 1에서 94.3% (n=116), Group 2에서 90.7% (n=68), Group 3에서 87.5% (n=21)였고, 요석의 크기는 Group 0은 $7.8 \pm 2.6\text{mm}$, Group 1은 $7.8 \pm 2.7\text{mm}$, Group 2는 $8.4 \pm 2.5\text{mm}$, Group 3은 $9.0 \pm 3.1\text{mm}$ 였으며, 시술횟수는 Group 0은 1.4 ± 0.8 , Group 1은 1.5 ± 0.9 , Group 2는 1.9 ± 1.4 , Group 3은 1.7 ± 1.0 였다. 수신증의 정도가 심할수록 ESWL 성공률은 감소하는 경향을 보였지만 (Fig. 1), 수신증의 정도와 ESWL 성공률 차이는 통계적인 유의성이 없었다 ($p=0.436$). 그리고 각 수신증 정도에 따른 네 그룹의 요석크기 ($p=0.120$), 시술 횟수 ($p=0.061$), 방전횟수 ($p=0.227$)도 통계적인 유의성이 없었다 (Table 1). 또한 수신증이 있는 그룹과 없는 그룹 ESWL 성공률은 각각 96.7%와 92.3%로서 통계적인 유의성

이 없었다 ($p=0.705$) (Table 2).

10mm 미만의 요관결석의 수신증의 정도는 Group 0은 13.5% (n=23), Group 1은 48.8% (n=83), Group 2는 29.4% (n=50), Group 3은 8.2% (n=14)였고, 10mm 이상의 요관결석은 Group 0은 8.5% (n=7), Group 1은 48.8% (n=40), Group 2 (n=25)는 30.5%, Group 3 (n=10)은 12.2% 였으며, 요석의 크기에 따른 수신증의 정도 ($p=0.554$)는 통계적으로 유의성이 없었다 (Table 3). 그러나 요석의 크기가 10mm 이상인 경우 ESWL 성공률은 85.4% (n=82)로서 10mm 이하인 경우 96.5% (n=170)보다 낮았으며 통계적인 유의성이 있었다 ($p=0.03$) (Table 4).

ESWL 시행 후 합병증으로 육안적 혈뇨가 119례 (47.2%), 측복통은 34례 (13.5%), 석로현상은 10례 (3.9%), 발열은 3례 (1.2%), 신주위혈종이 1례 (0.4%)였으며, 대부분 보존적 방법으로 치료되었다. ESWL 시행 후 2례 (0.8%)에서 관혈적 수술을 받았고, 2례 (0.8%)에서 요관경하배석술, 1례 (0.5%)

Table 1. Patients stratified by the degree of hydronephrosis

Group	n=252	Stone size (mm)	No. of sessions	No. of shockwave	Success rate (%)
0	30	7.8 ± 2.6	1.4 ± 0.8	3.350 ± 267	96.7
1	123	7.8 ± 2.7	1.5 ± 0.9	3.463 ± 406	94.3
2	75	8.4 ± 2.5	1.9 ± 1.4	3.500 ± 339	90.7
3	24	9.0 ± 3.1	1.7 ± 1.0	3.396 ± 294	87.5
		$p=0.120^*$	$p=0.061^*$	$p=0.227^*$	$p=0.436^\dagger$

*, ANOVA test, † : Pearson chi-square test

Table 2. Patients stratified into the non-hydronephrotic and hydronephrotic groups

Group	n=252	Stone size (mm)	No. of sessions	No. of shockwave	Success rate (%)
0	30	7.7 ± 2.6	1.4 ± 0.8	3.350 ± 267	96.7
1-3	222	8.1 ± 2.7	1.7 ± 1.1	3.468 ± 373	92.3
		$p=0.458^*$	$p=0.293^*$	$p=0.094^*$	$p=0.705^\dagger$

*, Student's t-test, † : Pearson chi-square test

Table 3. Distribution of stone size (<10mm vs $\geq 10\text{mm}$) within the hydronephrotic groups

	n=252	Group 0	Group 1	Group 2	Group 3
< 10mm	170	13.5% (n=23)	48.8% (n=83)	29.4% (n=50)	8.2% (n=14)
$\geq 10\text{mm}$	82	8.5% (n=7)	48.8% (n=40)	30.5% (n=25)	12.2% (n=10)

Pearson chi-square test

Table 4. Patients stratified by stone size (<10mm vs ≥10mm)

	n=252	Stone size	No. of sessions	Success rate
<10mm	170	6.6±1.4	1.5±0.9	96.5%
≥10mm	82	11.3±1.6	2.0±1.4	85.4%
		p<0.01*	p=0.04*	p=0.03 [†]

*, Student's t-test, [†]: Pearson chi-square test

에서 경피적신절석술을 시행하였다.

고 찰

요관결석은 비뇨기과 영역에서 가장 흔한 질환 중 하나로, 최근 20여년간 그 치료법은 비침습적이고 안정적인 방법으로 발전하였다. 과거에는 고식적인 개복수술을 통하여 요관결석을 제거하였으나, 1970년대부터 내시경 부속 기구들의 발달로 요관경하배석술이 많이 시도되었다. 대부분의 경우 입원 및 마취를 필요로 하지만 1980년도에 처음으로 요관결석 환자에서 ESWL을 시행한 이래, ESWL은 안정적이고 비침습적일 뿐만 아니라 대부분의 경우 입원 및 마취가 필요 없는 좀 더 간편한 방법으로서 현재까지 가장 많이 이용되는 요관결석의 치료법이다. 그래서 대부분의 보고에서는 상부요관결석의 일차적인 치료지침으로 체외충격파쇄석술을 추천하고 있지만,¹⁰⁻¹² 10mm보다 큰 상부요관결석의 치료로서 요관경하배석술, 체외충격파쇄석술, 경피적 신절석술 모두 추천되고 있다.

ESWL의 성공률에 영향을 미치는 인자로 요석의 위치와 크기, 성분, 수신증의 존재 여부, 요로감염의 여부, 단신 및 요관의 협착이나 기형 등이 있다고 보고되고 있으며,^{13,14} 현재 사용되고 있는 쇄석기의 종류와 시술자의 경험에 대해서도 고려해야 한다. Miller 등¹⁵은 일반적으로 요관결석이 신결석에 비해 ESWL 성공률이 떨어지는 이유를 요관 뒤에 위치한 대요근으로 인해 충격파 에너지가 감소되고, 요관 결석 주위에 요와 접하는 공간이 적으며 또한 분쇄된 요석 파편들이 부종성 요관 점막에 둘러싸여 떨어져 나가지 못하기 때문이라고 하였다. 요관결석의 위치에 따른 ESWL 성공률에 대한 국내 보고 중 초음파 조준장치를 사용하는 쇄석기를 이용한 Kwon 등¹⁶은 상부, 중부, 및 하부 요관결석에서 성공률은 각각 86, 33, 89%로 상부와 하부요관결석에 대한 ESWL 성공률 높았으나 중부요관결석에 대해서는 성공률이 낮다고 보고한 반면에, 방사선 투시장치를 사용하는 쇄석기를 이용한 Kim 등¹⁷은 상부, 중부 및 하부요관결석에서 성공률이 각각 89, 86, 85%로 요관 결석의 위치에

상관없이 성공률은 비슷하다고 보고하였다.

요관결석의 자연 배출률은 결석의 크기에 따라 다르다고 알려져 있으며 지름이 5mm 이하인 경우 자연 배출률은 60-98%이고 그 이상의 크기에서는 급격히 감소하여 6mm 이상인 경우 드물게 자연 배출되므로 보존적 요법보다는 다른 치료법이 요구된다.¹⁸⁻²⁰ 요관결석의 자연 배출률은 그 위치에 의해서도 영향을 받는데, Morse와 Resnick²¹은 6mm 이하의 요관결석에 대한 상부, 중부 및 하부요관결석의 자연 배출률은 각각 22%, 46%, 71%이므로 상부요관결석의 경우 적극적인 치료를 할 것을 권유하였다. 본 연구에서는 4mm 이하의 결석은 보존적 요법을 실시하였다.

AUA 보고서에 의하면 10mm 미만인 결석에서는 74%의 체외충격파쇄석술의 성공을 보인 반면, 11-20mm에서는 46%로 성공률에 큰 차이가 있음을 보고하였다. 저자들은 상부요관결석의 지름이 10mm 이상인 경우에서도 일차적인 치료로 ESWL을 시행하였으며, 지름이 4-9mm인 그룹과 10-15mm인 그룹의 상부요관 결석의 쇄석술 성공률은 각각 96.9%와 88.1%로 ESWL의 성공률에 결석의 크기가 큰 연관성이 있음을 확인할 수 있었다 (p=0.025). 한편 두 그룹 간의 결석의 크기에 따른 수신증의 정도는 통계적으로 유의한 차이가 보이지 않아 저자의 경우 결석의 크기와 수신증의 정도와는 별다른 차이가 없음을 확인할 수 있었다 (p=0.463).

상부요관결석에 대한 ESWL 시술 시 수신증의 정도가 그 결과에 영향을 미치는가는 아직까지 논란의 여지가 많다. Seitz 등⁸은 상부요관결석 환자에서 ESWL 시술 시 수신증의 정도는 요관결석의 분쇄율에 영향을 미치지 않는다고 하였다. 그의 연구에서는 총 125명의 환자에서 ESWL 시술 전 76.0%의 환자에서 수신증이 있었으며, 이중 70.5%의 환자에서 시술 후 요관결석이 배출되었고 수신증이 없는 군의 86.7%가 요관결석이 배출되었으나 ESWL 성공률은 통계적으로 의미가 없었고, 수신증이 있는 군의 경우에서도 수신증의 정도에 따른 ESWL 성공률 또한 통계적으로 의미가 없다고 보고하였다. 또한 결석의 크기를 10mm를 기준으로 두 군으로 나누었을 때, 결석의 크기가 큰 군에서 결석이 제거되는 시간은 길어지는 경향이 있지만, 전체적인 ESWL 성공률이나 수신증의 정도에는 큰 영향을 미치지 않는다고 하였다. 그리고 Singh 등²²도 근위 요관 결석에서 수신증의 존재 유무나 그 정도는 결석 제거 시간이나 성공률에 큰 영향을 끼치지 않는다고 하였다. 중증도의 신우와 신배가 확장된 경우는 감염석에 의한 경우에 의한 수신증일 가능성이 높다고 간주하여 연구에서는 제외하였지만 그의 연구에서도 수신증의 정도는 ESWL 성공률에 의미있는 영향을 끼치지 않는다 하였다. 이 외에도 하부요관결석 환자에서

요관 폐쇄의 정도는 ESWL 성공률에 별다른 영향을 미치지 않는다는 보고도 있는데, Demirbas 등²³은 165명의 환자 중 28명에서 중증도의 수신증이 동반되는 매복 결석을 가지고 있었는데 이 중 24명 (85.7%)이 ESWL 시행 후 결석이 배출되었으며, 수신증이 없거나 경증으로 있는 다른 그룹과 성공률에서도 통계적으로 유의한 차이가 없었다고 하였다.

반면에 Ozgur 등⁷은 수신증이 없거나 경증 및 중증도의 수신증을 가진 군보다는 중증도의 수신증을 가진 군에서 의미있게 ESWL 성공률이 떨어진다고 하였다. 그 이유로는 요관결석이 완전히 요관을 막게 되면 상부요관의 과다팽창을 초래하고 이는 요관의 연동 운동이 억제되나, 부분 폐쇄 시에는 요관의 과다팽창은 일어나지 않으며 상부요관의 격렬한 연동운동이 결석의 배출을 조장하기 때문이라고 하였다. 그 외에도 상부, 중부 및 하부 결석에 의해 생긴 중증도 및 중증도의 수신증은 ESWL 성공을 감소시키는 요인이 된다고 보고가 있는데,^{24,25} 결석이 요관 주위의 점막 부종에 의해 매복되어 버린 경우 중증도 및 중증도의 수신증이 발생하게 되고, 이때 체외충격파쇄석술을 시행하더라도 결석이 팽창될 수 있는 공간이 부족하기 때문에 분쇄율이 감소하며 결석 배출도 용이하지 않게 되어 결국 ESWL 성공률이 낮아진다는 것이다. 그래서 결석이 쉽게 분쇄되고 배출될 수 있도록 충분한 공간을 만들어 주기 위해서 ESWL 시술 전 결석을 신우에 밀어 올리거나 결석 하부에 balloon 카테터를 삽입시켜 결석 하부를 폐쇄시킨 후 수압으로 요관을 확장시켜 시행하면 도움이 된다고 하였다.

저자의 연구에서는 ESWL 시술 전 88.1%의 환자에서 수신증이 있었으며, 이중 92.3%의 환자에서 시술 후 요관결석이 배출되었다. 수신증 유무에 따른 ESWL 성공률은 수신증이 없는 경우 96.7%와 수신증이 있는 경우 92.3%로 약간의 차이는 있었으나 통계적인 유의성은 없었다 ($p=0.705$). 수신증의 정도에 따른 결석의 크기, 시술 횟수, 방전 횟수의 차이는 통계적인 유의성이 없었고 수신증의 정도가 심할수록 ESWL 성공률도 감소하는 경향이 있었지만 통계적인 유의성은 없었다 ($p=0.436$). 그러나 저자의 연구에서는 수신증이 없는 군은 30명이었고, 중증도의 신우와 신배 확장이 있는 군이 24명으로 다른 그룹에 비해 상대적으로 숫자가 부족했으며, 각 군별로 결석에 대한 성분분석을 못했다는 한계점이 있다.

결 론

본 연구에서는 수신증의 정도가 심할수록 ESWL 성공률은 감소하는 경향을 보였지만 통계적인 의미는 없었다. 하지만 아직 수신증과 ESWL 성공에 미치는 영향에 대한 생

리적 기전은 명확히 밝혀지지 않아 향후 이에 대한 더 많은 연구가 필요하며, 이와 관련된 다른 예측인자를 찾아내려는 노력이 필요할 것으로 생각한다.

REFERENCES

1. Chaussy C, Brendel W, Schmiedt E. Extracorporeally induced destruction of kidney stones by shock waves. *Lancet* 1980; 2:1265-8
2. Chaussy C, Schmiedt E, Jocham D, Brendel W, Forssmann B, Walther V. First clinical experience with extracorporeally induced destruction of kidney stones by shock waves. *J Urol* 1982;127:417-20
3. Lackner H, Barton LJ. Cortical blood flow in ureteral obstruction. *Invest Urol* 1970;8:319-23
4. Jones DA, Atherton JC, O'Reilly PH, Barnard RJ, George NJ. Assessment of the nephron segments involved in post-obstructive diuresis in man, using lithium clearance. *Br J Urol* 1989; 64:559-63
5. Gee WF, Kiviat MD. Ureteral response to partial obstruction. Smooth muscle hyperplasia and connective tissue proliferation. *Invest Urol* 1975;12:309-16
6. Netto Junior NR, Claro JF, Lemos GC, Cortado PL. Treatment options for ureteral calculi: endourology or extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* 1991;146:5-7
7. Ozgur S, Erol A, Gunes Z, Dalva I, Cetin S. Predictive value of a new scoring system for the outcome of primary in situ experimental extracorporeal shock wave lithotripsy of upper ureteral calculi. *Eur Urol* 1995;28:36-9
8. Seitz C, Fajkovic H, Waldert M, Tanovic E, Remzi M, Kramer G, et al. Extracorporeal shock wave lithotripsy in the treatment of proximal ureteral stones: Does the presence and degree of hydronephrosis affect success? *Eur Urol* 2006;49:378-83
9. Cietak KA, Newton JR. Serial qualitative maternal nephrosography in pregnancy. *Br J Radiol* 1985;58:399-404
10. Segura JW, Preminger GM, Assimos DG, Dretler SP, Kahn RI, Lingeman JE, et al. Ureteral stones clinical guidelines panel summary report on the management of ureteral calculi. *J Urol* 1997;158:1915-21
11. Ueno A, Kawamura T, Ogawa A, Takayasu H. Relation of spontaneous passage of ureteral calculi to size. *Urology* 1977; 10:544-6
12. Tiselius HG, Ackermann D, Alken P, Buck C, Conort P, Gallucci M. Guidelines on urolithiasis. *Eur Urol* 2001;40:362-71
13. Newman DM, Lingeman JE. Management of upper urinary calculi with extracorporeal shock-wave lithotripsy. *Compr Ther* 1989;15:35-40
14. Dretler SP. Ureteral stone disease. Options for management. *Urol Clin North Am* 1990;17:217-30
15. Miller K, Bubeck JR, Hautmann R. Extracorporeal shockwave lithotripsy of distal ureteral calculi. *Eur Urol* 1986;12:305-7

16. Kwon DD, Park KS, Min BK. The result of primary in situ extracorporeal shock wave lithotripsy for ureteral stones. Korean J Urol 1992;33:266-71
 17. Kim HH, Lee JH, Park EC, Byeon SS, Oh SJ, Paick JS, et al. In situ extracorporeal shock wave lithotripsy for ureteral calculi: investigation of the factors influencing on stone fragmentation and the appropriate session for changing treatment modality. Korean J Urol 1995;36:722-30
 18. Miller OF, Kane CJ. Time to stone passage for observed ureteral calculi: a guide for patient education. J Urol 1999;162: 688-90
 19. Coll D, Varanelli M, Smith RC. Relationship of spontaneous passage of ureteral calculi to stone size and location as revealed by unenhanced helical CT. AJR Am J Roentgenol 2002;178:101-3
 20. Sinha M, Kekre NS, Chacko KN, Devasia A, Lionel G, Pandey AP, et al. Does failure to visualize the ureter distal to an impacted calculus constitute an impediment to successful lithotripsy? J Endourol 2004;18:431-5
 21. Morse RM, Resnick MI. Ureteral calculi: natural history and treatment in an era of advanced technology. J Urol 1991;145: 263-5
 22. Singh I, Gupta NP, Hemal AK, Dogra PN, Ansari MS, Seth A, et al. Impact of power index, hydroureteronephrosis, stone size, and composition on the efficacy of in situ boosted ESWL for primary proximal ureteral calculi. Urology 2001;58:16-22
 23. Demirbas M, Kose AC, Samli M, Guler C, Kara T, Karalar M. Extracorporeal shock wave lithotripsy for solitary distal urinary stones: Does the degree of ureteral obstruction affect success? J Endourol 2004;18:237-40
 24. Kim HH, Lee JH, Park MS, Lee SE, Kim SW. In situ extracorporeal shockwave lithotripsy for ureteral calculi: investigation of factors influencing stone fragmentation and appropriate number of sessions for changing treatment modality. J Endourol 1996;10:501-5
 25. Kageyama S, Hirai S, Higashi Y. An investigation of factors associated with failure of extracorporeal shock wave lithotripsy for ureteral calculi. Hinyokika Kyo 2000;46:371-6
-