

충격파 발생장치에 따른 세 가지 기종의 체외충격파쇄석기의 치료 결과 비교

Comparative Results of Extracorporeal Shock Wave Lithotripters with Three Kinds of Shock Wave Generator

Dong Wook Yu, Ill Young Seo, Joung Sik Rim

From the Department of Urology, Institute of Wonkwang Medical Science, Wonkwang University School of Medicine, Iksan, Korea

Purpose: To compare the results of extracorporeal shock wave lithotripters according to three shock wave energy sources; piezoelectric (EDAP LT 01+), electromagnetic (Storz Modulith SLX) and electroconductive (EDAP- TMS Sonolith VISION), for the treatment of urinary stones.

Materials and Methods: Between February 1990 and March 2006, 1,504 patients (1,691 renal units) were treated with LT-01+ (group A), 2,265 patients (2,500 renal units) with a Modulith SLX (group B) and 927 patients (946 renal units) with a Sonolith VISION (group C). The success rates, number of sessions and complications were examined. Statistical analyses were also conducted according to the size and location of the stones.

Results: There were no significant differences in the success rates between the three groups (group A, 97.8%; group B, 98.1%; group C, 97.1%). According to the stone size, the success rate for stones more than 1cm² was lower in group C than in groups A and B. According to the location, group C had a lower success rate than groups A and B for renal stones, while there were no differences between the three groups in the treatment of other stone locations. The number of treatment sessions for group A was greater than those for groups B and C (group A, 3.83; group B, 1.85; group C, 1.93). Many more sessions were required for group A in comparison with groups B and C in case of renal stones, ureteropelvic junction and upper ureteral stones. The number of sessions for group B was the least for lower ureteral stones. Complications, including steinstrasse, fever, perirenal hematoma and hematuria, were detected in groups A, B and group C at 10, 15.3 and 7.1%, respectively.

Conclusions: There were no differences in the success rates between the three extracorporeal shock wave lithotripters using a shock wave generator. The mean number of treatment sessions was most with the piezoelectric type; whereas, complications were most prevalent with the electromagnetic type. (Korean J Urol 2007;48:54-60)

Key Words: Extracorporeal shockwave lithotripsy, Urinary stone

대한비뇨기과학회지
제 48 권 제 1 호 2007

원광대학교 의과대학 비뇨기과학교실,
원광의학연구소

유동욱 · 서일영 · 임정식

접수일자 : 2006년 8월 18일
채택일자 : 2006년 10월 17일

교신저자: 서일영
원광대학교병원 비뇨기과
익산시 신웅동 344-2
☎ 570-711
TEL: 063-850-1333
FAX: 063-842-1455
E-mail: seraph@wonk-
wang.ac.kr

이 논문은 2006년도 원광대학교의 교비
지원에 의해서 연구되었음.

서 론

체외충격파쇄석술은 1980년 Chaussy 등¹⁾이 신석치료를 위해 사용한 이래로 비교적 높은 치료율과 낮은 이환율을 가지기 때문에 요석의 일차 치료법으로 이용되고 있다. 기술

적인 발전과 경험의 축적으로 현재에는 여러 종류의 체외 충격파쇄석기가 사용되고 있으며 충격파 발생장치에 따라 압전식 (piezoelectric), 전자기식 (electromagnetic), 전기수압식 (electrohydraulic) 등으로 구분된다. 그러나 아직 국내에는 세 기종 간의 치료효과 및 합병증의 차이에 대해 보고된 경우가 없었다. 따라서 저자들은 충격파 발생장치가 압전

식인 EDAP LT 01+, 전자기식인 Stolz Modulith SLX, 전기수압식인 EDAP Sonolith VISION 등을 이용하여 요석을 치료하였으며 기종간의 치료효과와 합병증의 차이에 대해 알아보았다.

대상 및 방법

1990년 2월부터 2006년 4월까지 요석으로 내원하여 체외충격파쇄석술로 치료받은 환자 중 녹각석과 방광석을 제외하고 추적관찰이 가능한 환자 4,697명, 신단위 5,137례를 대상으로 하였다. 1990년 2월부터 1994년 12월까지 EDAP LT 01+ 체외충격파쇄석기로 치료받은 환자 1,504명, 신단위 1,691례 (A군), 1995년 1월부터 2002년 3월까지 Storz Modulith SLX 체외충격파쇄석기로 치료받은 환자 2,265명, 신단위 2,500례 (B군), 2002년 5월부터 2006년 5월까지 EDAP-TMS Sonolith VISION 체외충격파쇄석기로 치료받은 환자 927명, 신단위 946례 (C군)를 후향적으로 조사하였다. 환자의 성별, 연령, 분포, 요석의 위치 및 크기에 따른 성공률과 치료 횟수, 합병증 등을 비교하였다.

시술 전 문진을 통한 요석병력, 신체검사, 요검사 및 요배양검사, 일반혈액검사, 혈액응고검사, 신기능검사, 심전도검사, 단수흉부 X-선 촬영 등을 시행하였다. 요석의 진단은 경정맥요조영술, 복부초음파, 복부 전산화단층촬영 등을 이용하였다. 요석의 크기는 가장 큰 장축과 단축의 곱으로 이차원적인 평면크기를 측정하여 결정하였다.

체외충격파쇄석술은 일반적으로 신석의 경우 장축이 3cm 이하, 요관석의 경우 장축이 2cm 이하일 경우 일차적인 치료로 시행하였으며 치료방법의 선택은 환자에게 충분한 설명을 한 뒤 결정하였다.

쇄석술 시 처치로, A군에서는 통증이 경미한 환자의 경우 진통제를 투여하지 않았으며, 통증이 심한 환자는 Demerol 50mg을 정맥 또는 근육주사하였다. B군과 C군에서는 시술 전 모든 환자에게서 Diclofenac Na 75mg 또는 Ketorolac tromethamine 30mg을 근육주사하였고 통증이 심한 경우 Demerol 50mg을 정맥주사하였으며 소아의 경우 정맥 마취나 경막외 마취를 시행하였다. 시술 시 환자의 자세는 모든 군에서 하부요관석일 경우 복와위를 취하였고, 중부 및 상부요관석과 신석은 양와위 또는 측와위를 취하게 하였다.

요석의 위치측정은 A군은 초음파를 이용하였으며, B군과 C군은 초음파와 X-선 영상증폭장치를 이용하였다. 초음파는 신석과 하부요관의 비투과성 요석을 위치선정하는 데 용이하였으며, 상부나 중부요관의 비투과성 요관석인 경우 시술 중에 조영제를 주입해 조영제의 정체 부위를 확인함

으로써 요석의 위치를 측정하였다.

시술 전 보조적 처치로 요석의 최대직경이 2.5cm 이상인 신석의 경우 요관부목을 설치하였는데, A군 62례, B군 52례, C군 12례에서 설치하였다. 시술은 대부분 외래에서 시행하였으나, 요로 감염이나 심한 수신증 또는 요독증이 동반되어 항생제나 다른 보조적인 요법이 필요한 경우, 치료자와 협조가 어려운 소아에서 마취가 필요한 경우, 통증이 심해 경구약물로 조절되지 않은 경우 등에서는 입원하여 시행하였다.

A군에서 충격파의 발사빈도는 초당 5회, 발사강도는 77-100%, 충격파량은 신석의 경우 35 이하, 요관석의 경우 40 이하를 기준으로 하였다. B군에서는 에너지량 1 (12mA)로부터 시작하여 동통이 심하지 않을 경우엔 신석은 최대 에너지량 6 (17.4mA), 최대 발사 횟수 3,000번, 요관석은 최대 에너지량 9 (20.4mA), 최대 발사 횟수 4,000번 이하를 기준으로 하였다. C군에서는 충격파의 발사빈도는 초당 2회, 에너지는 11.5kV에서 시작하여 15.5kV까지 시행하였으며, 발사횟수는 평균 3,000회, 최고 3,500회까지 시행하였다.

시술 간격은 A군은 2-3주, B군은 4주, C군은 1-2주 간격으로 단순 복부촬영과 일반 요검사를 시행하여 추가적인 쇄석술 여부를 결정하였다. 시술의 결과 판정은, 증상이 없으면서 단순복부사진에서 잔석이 보이지 않거나, 잔석의 크기가 4mm 이하로 자연배출이 가능한 경우를 성공으로 정의하였으며, 요석의 크기변화가 없거나 다른 치료로 전환한 경우를 실패로 간주하였다.

자료분석은 SPSS (ver 12.0)을 이용하였으며, 세 군 간의 치료 성공률 차이는 chi-square test를 이용하였다. 평균 쇄석 횟수의 차이는 두 군일 경우 Student's t-test, 세 군일 경우 ANOVA를 이용하였으며 이후 두 군 간의 쇄석 횟수 비교는 bonferroni correction으로 다중비교하였다.

결 과

1. 연령 및 성별 분포

A군은 평균 51.4세 (16개월-92세), B군은 평균 59.7세 (5-93), C군은 48.6세 (2-86)였으며 남녀비는 A군에서 1.33:1 (964명/727명), B군에서 1.4:1 (1,458명/1,042명), C군에서 1.47:1 (563명/383명)이었다.

2. 요석의 위치와 크기

A군에서는 신석 666례, 신우요관이행부석 65례, 상부요관석 469례, 하부요관석 491례였으며, 중부요관석은 초음파 투사가 되지 않아 시술하지 못했다. B군에서는 신석 632례, 신우요관이행부석 50례, 상부요관석 733례, 중부요관석 101

레, 하부요관석 984례였다. C군에서는 신석 96례, 신우요관 이행부석 34례, 상부요관석 338례, 중부요관석 37례, 하부요관석 441례였다 (Table 1).

요석의 크기는 A군에서 1cm^2 미만이 1,160례, $1 < 2\text{cm}^2$ 이 361례, $2 < 3\text{cm}^2$ 이 100례, 3cm^2 이상이 70례였다. B군에는 1cm^2 미만이 1,852례, $1 < 2\text{cm}^2$ 이 449례, $2 < 3\text{cm}^2$ 이 101례, 3cm^2 이상이 98례였으며 C군에는 1cm^2 미만이 869례, $1 < 2\text{cm}^2$ 이 60례, $2 < 3\text{cm}^2$ 이 9례, 3cm^2 이상이 8례였다 (Table 2).

Table 1. Patient and stone characteristics

Stone location	No. of cases (%)		
	Group A	Group B	Group C
Kidney	666 (39.4)	632 (25.3)	96 (10.2)
UPJ	65 (3.9)	50 (2)	34 (3.6)
Upper ureter	469 (27.7)	733 (29.3)	338 (35.7)
Mid ureter	—	101 (4)	37 (3.9)
Lower ureter	491 (29)	984 (39.4)	441 (46.6)
Total	1,691	2,500	946

UPJ: ureteropelvic junction, Group A: LT 01+, Group B: Modulith SLX, Group C: Sonolith VISION

3. 체외충격파쇄석술의 성공률

세 군에서 각각 97.8%, 98.1%, 97.1%로 높은 성공률을 보였으며 통계적인 차이는 없었다. 요석의 크기가 1cm^2 이하일 경우 세 군 간의 성공률의 차이는 없었으며, 1cm^2 이상일 경우 C군이 성공률이 낮았고 A군과 B군 간에는 차이가 없었다 ($p < 0.05$) (Table 2).

신석에 대한 체외충격파쇄석술의 성공률은 C군이 A군, B군과 비교하여 낮았으며 ($p < 0.05$), 다른 위치의 요석에서는 세 군 간에 성공률 차이는 없었다 (Table 3).

4. 체외충격파쇄석술의 시술 횟수

세 군에서 각각 3.83회, 1.85회, 1.93회로 A군이 B군과 C군에 비해 많았으며 통계학적인 차이를 보였다.

요석의 크기가 2cm^2 이하일 경우 쇄석 횟수는 B군이 가장 적었으며, C군, A군 순으로 적었다 ($p < 0.05$). 요석의 크기가 2cm^2 이상일 경우에는 B군과 C군의 시술 횟수는 통계학적으로 차이가 없었으나 A군은 다른 두 군보다 시술 횟수가 많았다 ($p < 0.05$) (Table 2).

신석, 신우요관이행부석, 상부요관석일 경우 쇄석 횟수는 A군이 B군, C군에 비해 많았으며 ($p < 0.05$), B군, C군 간에는 차이가 없었다. 하부요관석일 경우 시술 횟수는 B군이 가

Table 2. Shock wave sessions and success rates according to stone size

Stone size (cm^2)		No. of sessions			Success rate	
		Mean	SD	p-value*	% (No. of cases)	p-value†
< 1	Group A ^(a)	2.3 ^{b,c}	2.2	< 0.05	99.3 (1,152/1,160)	> 0.05
	Group B ^(b)	1.4 ^{a,c}	1.0		99.2 (1,832/1,852)	
	Group C ^(c)	1.8 ^{a,b}	1.2		99.1 (861/869)	
1- < 2	Group A ^(a)	5.3 ^{b,c}	3.8	< 0.05	97.8 (358/361)	< 0.05
	Group B ^(b)	2.2 ^{a,c}	1.5		98.9 (444/449)	
	Group C ^(c)	3.2 ^{a,b}	2.1		91.6 (55/60)	
2- < 3	Group A ^(a)	10.1 ^{b,c}	5.7	< 0.05	92.4 (92/100)	< 0.05
	Group B ^(b)	4.8 ^a	1.5		93.2 (94/101)	
	Group C ^(c)	3.4 ^a	2.4		55.6 (5/9)	
≥ 3	Group A ^(a)	12.6 ^{b,c}	6.6	< 0.05	82.8 (57/70)	> 0.05
	Group B ^(b)	6.9 ^a	2.4		78.5 (77/98)	
	Group C ^(c)	3.3 ^a	0.9		50 (4/8)	
Total	Group A ^(a)	3.83 ^{b,c}	4.2	< 0.05	97.8 (1,645/1,691)	> 0.05
	Group B ^(b)	1.85 ^a	1.6		98.1 (2,453/2,500)	
	Group C ^(c)	1.93 ^a	1.3		97.1 (919/946)	

*: ANOVA, †: chi-square test, significant differences found by bonferroni's multiple comparisons are indicated by value which have the same letter^(a-c).

Table 3. Shock wave sessions and success rates according to stone location

Stone location		No. of sessions			Success rate	
		Mean	SD	p-value	% (No. of cases)	p-value [‡]
Kidney	Group A ^(a)	5.1 ^{b,c}	4.7	<0.05*	98.0 (653/666)	<0.05
	Group B ^(b)	2.2 ^a	2.1		98.4 (622/632)	
	Group C ^(c)	2.3 ^a	1.6		93.7 (90/96)	
UPJ	Group A ^(a)	5.6 ^{b,c}	5.4	<0.05*	92.3 (60/65)	>0.05
	Group B ^(b)	1.9 ^a	1.3		92.3 (45/50)	
	Group C ^(c)	2.3 ^a	1.7		94.1 (32/34)	
Upper ureter	Group A ^(a)	3.4 ^{b,c}	4.2	<0.05*	97.7 (458/469)	>0.05
	Group B ^(b)	1.8 ^a	1.5		98.5 (722/733)	
	Group C ^(c)	1.6 ^a	1.5		97.9 (331/338)	
Mid ureter	Group A ^(a)	—	—	>0.05 [‡]	—	>0.05
	Group B ^(b)	2.5	1.7		97 (97/101)	
	Group C ^(c)	2.4	1.7		92 (34/37)	
Lower ureter	Group A ^(a)	2.3 ^b	2.2	<0.05*	98.2 (483/491)	>0.05
	Group B ^(b)	1.6 ^{a,c}	1.1		98.2 (966/984)	
	Group C ^(c)	2.1 ^b	1.2		98 (432/441)	
Total	Group A ^(a)	3.83 ^{b,c}	4.2	<0.05*	97.8 (1645/1691)	>0.05
	Group B ^(b)	1.85 ^a	1.6		98.1 (2453/2500)	
	Group C ^(c)	1.93 ^a	1.3		97.1 (919/946)	

UPJ: ureteropelvic junction, *: ANOVA, [†]: Student's t-test, [‡]: chi-square test, significant differences found by Student's t-test or bonferroni's multiple comparisons are indicated by value which have the same letter^(a-c).

Table 4. Complications of extracorporeal shock wave lithotripsy

Complications	% (No. of cases)			p-value*
	Group A	Group B	Group C	
Steinstrasse	6.3 (106)	7.6 (192)	3.2 (30)	<0.05
Fever	2.1 (36)	1.5 (37)	1.6 (15)	>0.05
Perirenal hematoma	—	0.5 (12)	0.3 (3)	>0.05
Gross hematuria	1.6 (28)	5.7 (142)	2 (19)	<0.05
Total	10 (170)	15.3 (383)	7.1 (67)	<0.05

*chi-square test

장 적었으며 ($p < 0.05$), A군과 C군 간에는 차이가 없었다 (Table 3).

5. 체외충격파쇄석술의 합병증

세 기종에서 합병증 발생률은 A군이 10%, B군이 15.3%, C군이 7.1%로 B군에서 가장 흔하였다 ($p < 0.05$). 주요 합병증으로 석로형성, 발열, 신주위 혈종, 혈뇨 등이 발생하였다. 석로는 A군에서 6.3%, B군에서 7.6%, C군에서 3.2%

가 발생하여 A군 및 B군에 비해 C군에서 가장 적게 발생하였다 ($p < 0.05$). 38도 이상 발열은 각 군 간에 통계학으로 유의한 차이는 없었으며, 신주위 혈종은 A군에서는 없었고, B군에서 0.5%, C군에서 0.3%가 발생하였다. 3일 이상 지속되는 육안적 혈뇨는 A군에서 1.6%, B군에서 5.7%, C군에서 2%로, A군 및 C군보다 B군에서 더 흔히 발생하였다 ($p < 0.05$) (Table 4).

고 찰

체외충격파쇄석기는 요석의 표준치료법 중 하나이다. 특히, 충격파 발생장치 및 전달매체, 요석 위치장치 등의 지속적인 발달로 높은 성공률을 가진 안전한 치료법으로 보편적으로 사용되고 있다. 체외충격파쇄석기는 충격파 발생장치에 따라 분류할 수 있다. 저자들이 사용했던 EDAP사의 LT 01+는 압전식 (piezoelectric type) 충격파 발생장치를 이용하는데, 이는 세라믹판이 진동하면서 발생하는 충격파를 한 구역으로 모아 요석을 분쇄하는 방식이며 요석의 위치는 초음파를 이용해 측정하였다. Storz사의 Modulith SLX는 전자기식 (electromagnetic type) 충격파 발생장치에서 발생

된 충격파를 이용해 요석을 분쇄하고 요석의 위치는 X-선 영상장치와 초음파를 겸용하여 측정하였다. EDAP-TMS사의 Sonolith VISION은 전기수압식 (electrohydraulic type)의 변형된 형태인 전도식 (electroconductive type lithotripter; ECL)방식의 충격파 발생장치를 이용하며, 양 전극에서 발생한 충격파를 이용해 요석을 분쇄하고 요석의 위치는 X-선 영상장치와 초음파를 이용해 측정하였다.

체외충격파쇄석술의 치료결과는 쇄석기의 세대간 기종, 충격파발생방식 등에 따라 다양하게 보고되고 있다. 국내의 보고에서 쇄석기의 충격파 발생장치가 압전식일 경우 Lee 등²은 91.5%의 성공률을 보고하였으며, 자기장식일 경우 Yim과 Sul³은 91.2%의 성공률을, 전도식일 경우 Lee 등⁴은 96.5%의 성공률을 보고하였다. 저자들의 연구에서는 압전식 98.1%, 자기장식 98.1%, 전도식 97.1%의 성공률을 얻을 수 있었다.

체외충격파쇄석술의 성공에 영향을 미치는 요소로 요석의 크기, 위치, 모양 및 개수, 수신증 정도, 신기능 등이 있다.^{5,6} Yang 등⁷은 체외충격파쇄석술에 영향을 미치는 여러 가지 요인들 중 요석의 크기가 가장 중요하다고 보고하였으며 Lingeman 등⁸도 신석의 직경이 2cm 미만일 경우 높은 성공률을 기대할 수 있다고 보고하였다. 이외에도 요석의 크기가 증가함에 따라서 체외충격파쇄석술의 성공률이 감소한다는 여러 보고가 있다.^{3,9} 저자들의 경우에도 세기종의 요석치료 성공률은 2cm² 이상부터 감소하기 시작하여 3cm² 이상에서는 세 기종에서 82.8%, 78.5%, 50%의 낮은 성공률을 보였다. 특히 전도식 충격파발생장치를 이용했던 경우에서 낮았는데, 이는 최근 내시경 기구의 발달로 수술로의 전환이 용이해짐에 따라 크기가 큰 요석에서 체외충격파쇄석술 후 요석의 변화가 없거나 적을 경우 내시경수술로 빠르게 전환하였기 때문으로 생각된다.

요석의 치료에 있어 충격파 발생장치에 따른 성공률의 차이를 보면 압전식의 경우 86-94%, 자기장식은 67-93%, 전도식은 82-89%로 다양하게 보고되고 있다.⁴ 요석의 위치에 따른 성공률은 압전식인 LT-01로 시행한 경우 신우석과 신배석 (78.3%, 88.2%)에 비해 상부요관석과 하부요관석 (96.9%, 97.5%)의 성공률이 높았다.¹⁰ 자기장식인 Modulith SLX로 시행한 경우 위치에 따른 성공률은 신석 (84.1%)에 비해 요관석 (92.7%)에서 높았으며,¹¹ 전도식인 Sonolith Praktis의 경우 신석 (91%)보다 요관석 (96.9%)에서 높은 성공률을 보였다.⁴ 저자들의 경우에는 요석의 위치에 따른 성공률에서 기종 간의 차이는 없었으나, 전도식 충격파발생장치를 사용한 경우 신석에 대한 치료 성공률이 낮았다. 이 이유 역시 체외충격파쇄석술에 반응이 적은 신석에 대해 경피적 신결석술로 빠르게 전환했기 때문으로 생각한다.

체외충격파쇄석기의 쇄석 횟수는 기종에 따라 차이가 있다. 압전식 충격파 발생장치를 이용하는 쇄석기의 경우 초점구역이 작아서 신장이나 요관의 조직손상이 적지만 요석이 클 경우 충격파의 도달면적이 작기 때문에 여러 번 쇄석술이 필요하며 일반적으로 자기장식이나 전도식 충격파 발생장치를 사용하는 쇄석기보다 쇄석 횟수가 많다.^{2,11} 압전식인 LT-01을 이용하여 요석을 치료할 경우 평균 쇄석 횟수는 2.4-3.3회로 보고되고 있으며^{12,13}, 저자들의 경우에는 평균 쇄석 횟수가 3.83회였다. 전자기식 충격파 발생장치를 이용하는 쇄석기는 발생한 충격파가 접시형 반사경 (parabolic reflector)에 의해 초점을 정하여 요석을 분쇄하며 압전형에 비해 에너지의 조절범위가 크고 요석을 분쇄하는 데 필요한 쇄석수가 적다.¹⁴ 자기장식 쇄석기를 이용하여 요석을 치료할 경우 Modulith SL-20에서 2.8회, Modulith SLX에서 1.9회의 쇄석을 시행하며,^{3,14} 저자들의 경우에는 1.85회 시행하였다. 전도식 발생장치를 이용하는 쇄석기는 전극에 고농도의 매질을 채웠으며 양전극 사이가 0.5mm로 전기수압식에 비해 작고 방전 시 충격파를 일정하고 정확하게 발생시킬 수 있으며 충격파의 크기를 폭넓게 조절하고 요석에 대한 높은 에너지 전달이 가능하다.⁴ 전도식인 Sonolith Praktis를 이용하여 요석을 치료할 경우 평균 쇄석횟수는 1.7-2.0회이며,^{4,15} 저자들의 경우에는 평균 쇄석횟수가 1.93회였다.

요석의 위치에 따른 체외충격파쇄석술의 횟수는 일반적으로 신석에 비해서 요관석에서 시술 횟수가 적다. 압전식인 LT-01의 경우 신우석, 신배석, 상부요관석, 하부요관석에서 각각 3.3회, 3.0회, 2.4회, 1.8회를 시행한 보고가 있으며,¹² 자기장식인 Modulith SL-20의 경우에는 신석에서 5.2회, 요관석에서 2.0회,³ 전도식인 Sonolith Praktis의 경우에는 신석에서 2.8회, 요관석에서 1.6회를 시행한 보고들이 있다.¹⁵ 저자들의 경우에도 하부요관석에서 시술 횟수가 적었으며, 특히 전자기식 쇄석기의 경우가 다른 기종에 비해 쇄석술의 횟수가 통계학적으로 유의하게 적었다. 이는 Modulith SLX 쇄석기가 요석의 위치 측정에 대해 초음파와 X-선 영상증폭장치를 모두 이용할 수 있으므로 방사선 비투과성 하부요관석도 충분히 찾아낼 수 있기 때문이다. 반면에 전도식 쇄석기인 Sonolith VISION의 경우 두 영상장치를 모두 가지고 있지만 방사선 비투과성 하부요관석을 초음파로 찾기가 힘들어 쇄석 횟수가 많은 것으로 생각한다.

체외충격파쇄석술은 비교적 높은 치료 성공률과 낮은 이환율을 가지지만 욕안적 혈뇨나 석로, 발열, 오심구토, 신주위 혈종, 패혈증, 고혈압 등이 올 수 있으며, 가장 흔한 합병증은 욕안적 혈뇨로 60-85% 정도 보고되고 있다.^{10,12} 쇄석기종에 따른 혈뇨의 발생 빈도는 Ahn과 Oh¹²는 LT-01의 경우

23%, Kim 등¹⁴은 Modulith SLX에서 71.8%, Lee 등⁴은 Sonolith Praktis에서 33.4%라고 보고하였다. 저자들의 경우 시술 직후 발생한 육안적 혈뇨는 대부분 별다른 치료 없이 3일 이내에 자연 소실되었다. 3일 이상 지속되는 육안적 혈뇨는 각 군에서 1.6%, 5.7%, 2%로 발생하였고 특히 전자기식 쇄석기의 경우 더 흔하였으며, 보존적 요법으로 모두 호전되었다.

체외충격파쇄석술 후 발생할 수 있는 석로는 3.9-20%의 다양한 빈도로 발생한다.¹⁶⁻¹⁸ 쇄석기 기종에 따른 석로발생의 빈도는 Ahn과 Oh¹²는 LT-01의 경우 1.7%, Kim 등¹⁴은 Modulith SLX에서 2.2%, Lee 등⁴은 Sonolith Praktis에서 1.3%라고 보고하였다. 저자들의 경우에는 세 기종에서 각각 6.3%, 7.6%, 3.2%로 석로가 발생하였으며 전도식 충격파 발생장치를 이용한 경우에 가장 적었다. 그러나 전도식 충격파 발생장치를 이용한 환자군에서 결석의 크기가 큰 환자군이 적었기 때문에 쇄석기 기종에 따른 차이라고 보기 힘들다.

석로 발생을 예측할 수 있는 요인으로는 요석의 크기, 위치, 신장의 모양, 충격파에너지의 강도 등이 있다.¹⁹ 석로를 예방하기 위해서는 신석은 2.5cm 이하, 요관석은 1.5cm 이하 크기에서 쇄석술을 시행하는 것이 좋으며 낮은 에너지부터 쇄석술을 시작해 서서히 높은 에너지로 시행하는 것이 중요하다.²⁰ 또한 크기가 큰 신석의 경우 요관부목을 설치하여 석로를 예방할 수 있으나 요관 부목이 요석 제거율을 증가시킬 수 있는지에 대해서는 논란의 여지가 많다.^{21,22}

저자들의 연구에서 얻은 한계점으로 같은 충격파발생장치를 가진 기종이어도 세대에 따라서 치료결과에 차이를 보일 수 있다는 점과 내시경 기계 및 술기가 발달된 의료환경에서는 요석에 대한 치료방법이 다양화되어 있으므로 체외충격파쇄석술에서 다른 치료법으로의 전환이 쉽게 이루어진다는 점이다. 따라서 이런 한계점을 감안하여 연구결과를 해석해야 될 것으로 생각한다.

결 론

체외충격파쇄석술의 성공률은 충격파 발생장치에 따른 세기종 간에 큰 차이가 없었으며, 요석의 크기가 클수록 전도식 충격파발생장치를 이용한 쇄석기가 성공률이 더 낮았다. 요석의 위치에 따른 성공률은 요관석에서는 세 기종 간에 차이가 없었으나 신석의 경우 전도식 쇄석기에서 성공률이 더 낮았다. 평균 시술 횟수는 압전식 쇄석기에서 가장 많았으며, 요석의 위치가 신석, 신우요관이행부석, 상부요관석의 경우 시술 횟수는 압전식 쇄석기에서 가장 많았으며, 하부요관석에서는 전자기식 쇄석기에서 시술 횟수가

가장 적었다. 체외충격파쇄석술의 합병증은 석로형성, 발열, 신주위 혈종, 혈뇨 등이 발생하였으며, 3일 이상 지속되는 육안적 혈뇨는 전자기식 쇄석기에서 더 흔히 발생하였다.

REFERENCES

1. Chaussy C, Brendel W, Schmiedt E. Extracorporeally induced destruction of kidney stones by shock waves. *Lancet* 1980;2:1265-8
2. Lee JH, Lee CH, Kim JI, Chang SG. Treatment effects of piezoelectric shock wave lithotripsy (EDAP LT01 & LT02): experience of 5,000 cases. *Korean J Urol* 2003;44:216-20
3. Yim JS, Sul JK. Clinical experience of extracorporeal shock wave lithotripsy with modulith SL-20 in 750 urinary calculi. *Korean J Urol* 1999;39:141-8
4. Lee CH, Koh SK, Kim HJ. Experience of extracorporeal shock wave lithotripsy with electroconductive lithotripsy (ECL, EDAP-Sonolith Praktis) in 703 patients with urinary calculi. *Korean J Urol* 2005;46:375-81
5. Obek C, Onal B, Kantay K, Kalkan M, Yalcin V, Oner A, et al. The efficacy of extracorporeal shock wave lithotripsy for isolated lower pole calculi compared with isolated middle and upper caliceal calculi. *J Urol* 2001;166:2081-5
6. Mobley TB, Myers DA, Grine WB, Jenkins JM, Jordan WR. Low energy lithotripsy with the lithostar: treatment result with 19962 renal and renal calculi. *J Urol* 1993;149:1419-24
7. Yang SC, Park DS, Lee JM. Major factor influencing on the success of extracorporeal shock wave lithotripsy. *Korean J Urol* 1994;35:365-71
8. Lingeman JE, Newman D, Mertz JH, Mosbaugh PG, Steele RE, Kahnoshi RJ, et al. Extracorporeal shock wave lithotripsy: the Methodist Hospital of Indiana experience. *J Urol* 1986;135:1134-7
9. Lee GB, Rho J, Jang DS. Clinical experience of extracorporeal shock wave lithotripsy with the Dornier Compact Delta. *Korean J Urol* 2003;44:139-44
10. Tiselius HG. Anesthesia-free in situ extracorporeal shock wave lithotripsy of ureteral stones. *J Urol* 1991;146:8-12
11. Kang DI, Min KS, Choi SH. Clinical experience of extracorporeal shock wave lithotripsy with EDAP LT-02 in urinary calculi. *Korean J Urol* 2002;43:824-30
12. Ahn DW, Oh MM. Experience of extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) with EDAP-LT01; a report of 660 cases. *Korean J Urol* 2001;42:483-8
13. Kim SC, Moon YT. Experience with EDAP LT02 extracorporeal shock wave lithotripsy in 1,363 patients: comparison with results of LT01 SWL in 1,586 patients. *J Endourol* 1997;11:103-11
14. Kim HS, Seo WK, Park CH, Kim CI, Kim KS. Extracorporeal shock wave lithotripsy: experience of the year with modulith

- SLX. Korean J Urol 1996;37:990-5
15. Jang SJ, Kang DI, Choi SH. Comparative analysis of extracorporeal shock wave lithotripsy: does sonolith praktis have any advantage over EDAP LT-01? Korean J Urol 2005;46:1272-7
16. Fedullo LM, Pollack HM, Banner MP, Amendola Ma, Van Arsdalen KN. The development of steinstrasse after ESWL: frequency, natural history, and radiologic management. AJR Am J Roentgenol 1988;151:1145-7
17. Madbouly K, Sheir KZ, Elsobky E, Eraky I, Kenawy M. Risk factors for the formation of the steinstrasse after extracorporeal shock wave lithotripsy: a statistical model. J Urol 2002;167: 1239-42
18. Kim SC, Oh CH, Moon YT, Kim KD. Treatment of steinstrasse with repeat extracorporeal shock wave lithotripsy: experience with piezoelectric lithotripter. J Urol 1991;145: 489-91
19. Madbouly K, Sheil KZ, Elsobky E, Eraky I, Kenawy M. Risk frators for the formation of a steinstrasse after extracorporeal shock wave lithotripsy: a statistical model. J Urol 2003; 167:1239-42
20. Sayed MA, el-Taher AM, Aboul-Ella HA, Shaker SE. Steinstrasse after extracorporeal shockwave lithotripsy: aetiology, prevention and management. BJU Int 2001;88:675-8
21. Libby JM, Meacham RB, Griffith DP. The role of silicone ureteral stents in extracorporeal shock wave lithotripsy of large renal calculi. J Urol 1988;139:15-7
22. Preminger GM, Kettelhut MC, Elkins SL, Seger J, Fetner CD. Ureteral stenting during extracorporeal shock wave lithotripsy; helf or hinderance? J Urol 1989;142:32-6
-