

시술자에 따른 체외충격파쇄석술의 성공률

Success Rate of Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy according to Operator

Byung Hoon Kim, Young Churl Chung, Hyuk Soo Chang, Choal Hee Park

From the Department of Urology, Keimyung University School of Medicine, Daegu, Korea

Purpose: The purpose of this study was to measure and compare the operator specific success rate of extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL), performed by 12 urologists in 1 unit, to determine the inter-operator variation.

Materials and Methods: Between September 1995 and September 2002, 1,434 patients with renal or ureteral stones received 2,697 ESWL treatments by 12 urologists (surgeons A to L), using a Storz Modulith SLX[®] lithotripter. Measures of the patient outcomes included demographics, stone characteristics, technical details of lithotripsy, and session stone-free and final success rates according to operating urologist.

Results: The mean session stone-free and final success rates were 44.8 (22.1-65.3) and 94.5% (86.7-99.4), respectively. Significant differences existed in mean number of shocks, fluoroscopy time and maximum treatment voltage delivered among the surgeons ($p < 0.05$). Surgeon H had significantly higher session stone-free (65.3%, $p < 0.05$) and final success rates (99.4%, $p > 0.05$). The mean number of shocks was higher for surgeons J (3,683) and H (3,606) than for the others ($p < 0.05$). The mean fluoroscopy time was higher for surgeon H, 4.44 minutes, than for the others ($p < 0.05$). Mean maximum treatment voltage was higher for surgeons H (8.27), J (8.10) and I (8.05) than for the others ($p < 0.05$). Multiple analyses were performed by surgeon H. The fluoroscopy time ($p = 0.001$) and the maximum treatment voltage ($p = 0.012$) contributed greatly to the best results.

Conclusions: We demonstrated clinically and statistically significant intra-institutional differences in the final success rate following ESWL. The best results were obtained by the urologist who used the longest fluoroscopy time and highest maximum treatment voltage. (**Korean J Urol 2005;46: 270-274**)

Key Words: Urinary tract stone, Extracorporeal shockwave lithotripsy

대한비뇨기과학회지
제 46 권 제 3 호 2005

계명대학교 의과대학 비뇨기과학교실

김병훈 · 정영철 · 장혁수 · 박철희

접수일자 : 2004년 7월 1일
채택일자 : 2005년 1월 15일

교신저자: 박철희
계명대학교 의과대학
동산의료원 비뇨기과
대구시 중구 동산동 194번지
☎ 700-712
TEL: 053-250-7642
FAX: 053-250-7643
E-mail: chp@dsmc.or.kr

서 론

1980년 체외충격파쇄석기를 신결석의 치료에 최초로 이용한 이래 체외충격파쇄석술은 낮은 이환율과 높은 성공률, 입원이나 마취의 필요 없이 외래에서 시행할 수 있는 장점 등으로 현재 요로결석에 있어서 환자나 의사 모두에게 가장 선호되는 치료방법이 되었다.¹ 초기에는 체외충격

파쇄석술의 적응증이 극히 제한되어 있었으나 근래에 이르러서는 대부분의 결석치료를 1차적으로 이용될 수 있을 정도로 성능이 개선되었다. 이렇게 현재까지 개발된 다양한 체외충격파쇄석기들은 결석의 위치나 크기뿐만 아니라 시행 기관 사이나 기종에 따라서도 성공률의 차이가 많으며, 이에 대해서는 여러 기관에서 성능비교가 이루어졌다.^{2,3} 하지만 동일기관에서의 시술자 간의 술기에 따른 비교는 드문 실정이며 특히 국내에서는 이에 대한 보고는 없었다.

저자들은 본원에서 시행되었던 12명의 시술자에 의한 결과를 후향적으로 분석하여 체외충격파쇄석술에서 동일한 쇄석기를 이용한 경우에도 시술자에 따라 쇄석결과가 다르게 나타나는지 여부와 쇄석술의 성공률을 높이기 위한 인자를 알아보려고 하였다.

대상 및 방법

1995년 9월부터 2002년 9월까지 7년간 본원을 방문한 외래와 입원환자 1,434례의 신결석과 요관결석에 대해 시행하였던 2,697회의 체외충격파쇄석술의 결과를 후향적으로 분석하였다. 쇄석기는 독일 Storz사의 전자기형 (electromagnetic type) 충격파의 방출형 3세대 쇄석기인 Modulith SLX[®]를 사용하였으며, 12명의 시술자 (시술자 A-L)들이 6-12개월간 전담하여 체외충격파쇄석술을 시행하였다.

시술 전 검사로는 환자의 과거 요석병력, 신체검사, 일반혈액검사, 일반요검사, 요배양검사, 배설성 요로조영술 또는 신초음파 등을 시행하였고, 요석이 하부요로가 조영되지 않는 경우에는 역행성 요로조영술을 시행하여 요석의 위치와 크기, 개수, 신장의 형태와 기능, 요로감염 여부 및 전신상태 등을 알아보았다. 요석의 크기는 단순복부촬영, 배설성 요로조영술 및 초음파에서 나타난 요석의 최대장경을 기준으로 삼았다.

쇄석술 전 처치로는 NSAID계 진통제 (Rheoma 50mg)를 근주하였고 통증이 심한 환자에서는 마약성 진통제 (Pethidine 50mg)를 근주하였다. 시술 시 환자의 자세는 신장석과 상부요관은 양와위로, 하부요관은 복와위로 하였다. 쇄석술 시 방사선 투시하에 수시로 초점을 맞추었으며, 1회 쇄석술 시의 충격파의 방전횟수 (이하 1회 방전횟수)는 2,500-3,500회였고, 충격파의 강도는 100-900bar의 범위에서 시술 시 느끼는 통증과 요석의 크기 및 위치에 따라 9단계로 조절하였다.

성공판정은 시술 2주 후에 시행한 방사선학적 검사에서 요석이 사라졌거나 4mm 이하의 잔석은 있으나 추적조사에서 증상이 없어진 경우로 하였고, 각 session의 체외충격파 쇄석술에 대한 성공 여부를 ‘횟수당 배석률 (session stone-free rate)’이라 하였고, 한 결석에 대해 복수 session의 체외충격파쇄석술 후 그 성공 여부를 ‘최종쇄석성공률 (final success rate)’이라 하였다.

환자의 나이와 성별, 결석의 위치와 크기를 기록하였고 시술자별 체외충격파쇄석술의 횟수 (이하 쇄석횟수), 1회 방전횟수, 투시검사시간, 최고충격파강도를 측복통, 혈뇨 등의 합병증과 함께 병력기록지에 기록하였으며, 횟수당 배석률과 최종쇄석성공률을 일원배치분산분석과 다중분석, 로지스틱회귀분석을 이용해 평가하였다.

Table 1. Treatment results and technical data following lithotripsy

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Total
No. of stone treated	60	84	92	147	108	153	114	160	112	84	152	168	1,434
No. of SWL	190	238	172	237	190	305	186	216	165	154	305	339	2,697
Mean no. of shocks/Tx	3,332	3,287	3,166	3,340	3,268	3,123	3,051	3,606	3,335	3,683	3,471	3,364	3,390
Mean fluoroscopy time/Tx (min)	2.49	2.77	2.52	2.74	2.67	2.85	2.69	4.44	2.16	2.39	2.44	2.43	2.72
Mean Max. voltage (bar)	616	646	664	784	730	755	742	827	805	810	747	749	740
% Complication	4.2	4.1	3.8	4.6	4.8	4.6	4.2	4.3	4.4	5.0	3.8	4.4	4.4
% Re-treatment	78.3	63.1	62.2	38.6	56.7	39.8	29.8	25.0	28.5	45.2	51.3	50	43.5
% Session stone-free	22.1	26.5	39.6	49.5	32.8	50.2	55.9	65.3	62.4	46.8	42.3	44.2	44.8
% Final success	86.7	85.7	92.5	93.2	92.5	96.2	96.5	99.4	98.2	97.6	91.4	94.6	94.5

SWL: shock wave lithotripsy, Tx: treatment

결 과

평균 나이는 44.7세 (6-83), 남녀비는 1.6:1였다. 위치별로는 신결석 766례 (28.4%), 요관결석 1,931례 (71.6%)였고, 크기별로는 5mm 이하 436례 (16.2%), 6-10mm 1,345례 (49.9%), 11-20mm 672례 (24.9%), 21mm 이상 244례 (9.0%)였다.

시술자당 평균 치료환자는 225례 (190-339)였고, 방전횟수는 3,390회 (3,051-3,683), 투시검사시간 2.72분 (2.16-4.44), 최고충격과강도 740bar (616-827)였다. 합병증 발생률은 4.4% (3.8-5.0), 재치료율은 43.5% (25.0-78.3)였으며, 횡수당 배석률은 44.8% (22.1-65.3), 최종쇄석성공률은 94.5% (86.7-99.4)였다 (Table 1). 최종쇄석성공률은 시술자간의 통계적 차이는 없었으나 ($p > 0.05$), 횡수당 배석률의 시술자 간 차이는 명확하였다 ($p < 0.05$).

신결석보다 요관결석이, 그리고 결석의 크기가 작을수록 횡수당 배석률은 높았으나 ($p < 0.05$), 최종쇄석성공률은 통계적 차이가 없었다 ($p > 0.05$) (Table 2, 3).

평균 치료환자는 시술자 L이 가장 많았다 (339례) ($p < 0.05$). 시술자 간의 평균 방전횟수, 투시검사시간, 최고충격과강도 등은 통계적으로 유의한 차이가 있었으며 ($p < 0.05$), 방전횟수는 시술자 J와 H (3,683, 3,606회), 투시검사시간은 시술자 H (4.44분), 최고충격과강도는 시술자 H, J, I (827, 810, 805bar)가 각각 나머지 시술자들에 비해 통계적으로 유의하게 높았다 ($p < 0.05$). 재치료율 (25.0%)은 시술자 H가 가장 낮았으며 ($p < 0.05$), 횡수당 배석률 (65.3%)은 시술자 H가 가장 높았다 ($p < 0.05$). 합병증은 시술자 간에 차이는 없었다 ($p > 0.05$).

전체 환자를 대상으로 한 횡수당 배석률의 다변량분석 결과 투시검사시간 ($p=0.021$)과 최고충격과강도 ($p=0.018$), 방전횟수 ($p=0.036$) 모두가 배석률의 예측인자로서 통계적 의의가 있었다.

결석의 위치에 따라 시술자 간의 횡수당 배석률을 분석하였다. 신결석은 평균 25.3%의 횡수당 배석률을 보였으며, 시술자 K가 44.4%로 가장 결과가 좋았다. 다변량분석 결과 투시검사시간만이 성공적인 쇄석술의 예측인자로 유의하였다 ($p < 0.05$). 요관결석은 평균 52.6%의 횡수당 배석률을 보였으며, 시술자 G가 77.8%로 가장 결과가 좋았다. 다변량분석 결과 투시검사시간, 최고충격과강도 그리고 방전횟수 모두가 성공적인 쇄석술의 예측인자로 유의하였다 ($p < 0.05$).

결석의 크기에 따라서도 시술자 간의 횡수당 배석률을 분석하였다. 5mm 이하의 결석은 평균 72.8%의 횡수당 배석률을 보였으며, 시술자 H가 95.7%로 가장 결과가 좋았다.

Table 2. Stone-free and success rates by location

	Kidney	Ureter	p-value
% Session stone-free	25.3%	52.6%	<0.05
% Final success	87.0%	96.5%	>0.05

Table 3. Stone-free and success rates by size

	<5mm	6-10mm	11-20mm	>21mm	p-value
% Session stone-free	72.8%	52.7%	25.5%	4.9%	<0.05
% Final success	100.0%	96.2%	91.0%	72.7%	>0.05

다변량분석 결과 투시검사시간, 최고충격과강도 그리고 방전횟수 모두가 성공적인 쇄석술의 예측인자로 유의하였다 ($p < 0.05$). 6-10mm의 결석은 평균 52.7%의 횡수당 배석률을 보였으며, 시술자 H가 77.6%로 가장 결과가 좋았다. 다변량분석 결과 투시검사시간, 최고충격과강도가 성공적인 쇄석술의 예측인자로 유의하였다 ($p < 0.05$). 11-20mm의 결석은 평균 25.5%의 횡수당 배석률을 보였으며, 시술자 I가 47.4%로 가장 결과가 좋았다. 다변량분석 결과 최고충격과강도만이 성공적인 쇄석술의 예측인자로 유의하였다 ($p < 0.05$). 21mm 이상의 결석은 평균 4.9%의 횡수당 배석률을 보였으며, 시술자 I가 16.7%로 가장 결과가 좋았다. 다변량분석 결과 투시검사시간, 최고충격과강도가 성공적인 쇄석술의 예측인자로 유의하였다 ($p < 0.05$).

성공적인 체외충격파쇄석술에 영향을 주는 요인들을 알아보기 위해 횡수당 배석률과 최종쇄석성공률이 가장 높은 시술자 H의 결과를 분석하였다. 다변량분석 결과 성공적인 쇄석술의 예측인자는 투시검사시간 ($p=0.001$)과 최고충격과강도 ($p=0.012$)였으며, 방전횟수는 통계적 의의가 없었다 ($p=0.070$). 시술자 H에서 배석성공군과 실패군을 비교하면 평균 방사선 투시 시간 (4.6분 vs 4.1분), 평균 최고충격과강도 (840bar vs 810bar), 평균 충격과횡수 (3,615회 vs 3,591회) 모두가 성공한 군에서 통계적으로 의미있게 높았다 ($p < 0.05$).

고 찰

저자들은 체외충격파쇄석술의 결과를 두 가지로 평가하였다. 첫째는 일반적으로 사용되는 것으로 하나의 결석에 대해 1회에서 수회의 체외충격파쇄석술을 시행한 결과의

쇄석 여부를 나타내는 ‘최종쇄석성공률’이며, 둘째로 각각의 횡수의 체외충격파쇄석술에 대한 성공률인 ‘횡수당 배석률’이다. 최종쇄석성공률은 시행기관과 쇄석기의 종류에 따라 80-98%까지 다양하게 보고되었다.^{4,6} 반면, 횡수당 배석률에 대해서는 Bierkens 등²이 2세대 체외충격파쇄석기를 사용한 다기관 의 결석의 횡수당 배석률을 45%로 보고하였고, Psihramis 등⁷도 3개월간의 추적기간 동안 전체 결석에서 55.7%, 신결석과 요관결석에 대해 각각 52%, 76%의 횡수당 배석률을 보고하였다. 저자들의 연구에서는 최종쇄석성공률은 94.5%, 횡수당 배석률은 44.8%로 나타났다. 최종쇄석성공률은 H(99.4%)에서 가장 높았으나 시술자 간에 차이가 크지 않았으며 (86.7-99.4%), 시술자 간에 통계적 차이는 없었다 ($p > 0.05$). 반면, 횡수당 배석률은 각 시술자 간의 차이가 명확하며 (22.1-65.3%) 시술자 간에 통계적으로 유의한 차이가 있어 치료성적의 비교에 유용하였다 ($p < 0.05$). 그러므로 저자들은 시술자 간의 성공률의 차이를 횡수당 배석률로 비교 평가하였다. 전체적인 횡수당 배석률은 시술자 H(65.3%)가 가장 높았으며, 이는 두 번째로 횡수당 배석률이 높은 시술자 I(62.4%)와 비교해서도 통계적 차이가 있었다 ($p < 0.05$).

시술자에 따른 횡수당 배석률을 비교할 경우 체외충격파쇄석술의 술기 외에 시술결과에 영향을 주는 요소로는 결석의 위치와 크기가 있다. Kim 등⁸은 쇄석술의 성공률은 결석의 위치에 따라서 신배석보다는 하부요관이, 크기에 따라서는 작은 결석이 큰 결석보다 높게 나타났다고 보고하였으며, 저자들의 결과도 이와 동일하였다. 한편 저자들의 경우에서는 시술자 간의 결석의 위치와 크기의 분포에 통계학적 차이가 없어 ($p > 0.05$) 횡수당 배석률을 비교하는데 있어 크기와 위치 등의 환경적 요인을 배제하고 체외충격파쇄석술의 술기에 의한 요소만을 비교 평가할 수 있었다.

1회 쇄석술 시 방전횡수에는 시술자 간에 통계적 차이가 있었으며 ($p < 0.05$), 위치에 따라서도 신결석 3,125회, 요관결석 3,495회로 유의한 차이가 있었다 ($p < 0.05$). 즉 요관결석에서 시술 시 더 많은 횡수의 충격파가 가해졌으며, 이러한 요인으로 요관결석이 신결석에 비해 횡수당 배석률이 높은 것으로 생각한다. 이것은 신결석의 경우 신손상에 대한 우려 때문에 모든 시술자에서 요관결석에 비해 충분한 횡수의 방전을 못하였기 때문이라고 생각한다. 시술자별로 비교해보면 1회 쇄석술 시의 평균 방전횡수는 시술자 J(3,683회)와 시술자 H(3,606회)가 가장 많았으며, 다른 시술자와는 통계적으로 차이가 있었다 ($p < 0.05$). 하지만 위치와 크기에 따른 시술자별 횡수당 배석률의 차이는 유의한 결과를 보이지 않았다 ($p > 0.05$).

평균 최고충격파강도는 전체 평균이 740bar였으며 역시

시술자 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다 ($p < 0.05$). 신결석 (620bar)이 요관결석 (780bar)보다 최고충격파강도는 낮게 나타났는데 ($p < 0.05$), 이 역시 신손상에 대한 우려 때문에 충분한 강도의 쇄석술을 못하였기 때문이라고 생각한다. 시술자별 평균 최고충격파강도는 시술자 H(827bar)가 가장 높았으나, 뒤이은 시술자 I(805bar)와 J(810bar)와의 사이에 통계적인 차이는 없다 ($p > 0.05$). 하지만 이 세 시술자들은 다른 시술자들과 비교했을 때는 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.05$). 결석의 위치별로 본 시술자에 따른 횡수당 배석률의 차이는 신결석과 요관결석 둘 다 가장 높은 충격파를 사용한 시술자에서 가장 높은 횡수당 배석률이 나타났으며 ($p < 0.05$), 결석의 크기별 배석률은 20mm 이상을 제외한 모든 크기의 결석에서 시술자 H가 가장 높은 강도의 충격파를 사용하여 통계적으로 의미있는 최상의 결과를 보였다 ($p < 0.05$).

평균 투시시간 역시 시술자 간에 통계적 차이가 있었으나 ($p < 0.05$), 신결석과 요관결석 간에서는 투시시간 차이는 없었다 ($p > 0.05$). 시술자 H(4.44분)가 다른 시술자에 비해 투시시간이 길었으며 통계학적으로도 횡수당 배석률이 가장 높았다 ($p < 0.05$). 위치와 크기별로 구분한 시술자에 따른 횡수당 배석률의 차이도 모두 가장 긴 투시시간을 사용한 시술자들에서 최상의 결과가 나타났다.

결석의 위치와 크기에 따른 각각의 시술자별 다변량 분석을 시행한 결과 신결석은 투시검사시간이, 요관결석은 투시검사시간, 최고충격파강도, 방전횡수 모두가 횡수당 배석률에 유의한 영향을 주는 요소로 나타났으며, 크기별로는 5mm 이하의 결석은 투시검사시간, 최고충격파강도, 방전횡수, 6-10mm의 결석은 투시검사시간, 최고충격파강도, 방전횡수, 11-20mm의 결석은 최고충격파강도, 21mm 이상의 결석은 투시검사시간, 최고충격파강도가 횡수당 배석률에 유의한 영향을 주는 요소로 나타났다. 대부분의 군에서 투시검사시간이 횡수당 배석률에 가장 영향을 주는 요소로 나타났다. 투시검사시간은 초점의 정확도와 직접적 관련이 있으며, 긴 투시검사시간은 수시로 정확하게 초점을 조절했음을 의미한다. 그러므로 결석의 위치와 크기에 관련 없이 충분한 투시시간을 이용해 초점을 정확하게 맞추는 것이 성공적 쇄석술을 위해 가장 중요한 요소라 생각한다.

Logarakis 등⁹은 Domier MFL 5000 lithotripter를 사용하여 12명의 시술자들에서 9,607회의 체외충격파쇄석술에서 평균 쇄석횡수가 가장 많고 투시시간이 길며 방전횡수가 많은 시술자에서 가장 높은 성공률을 보였음을 보고하였고, 이 중 긴 투시시간을 이용하여 정확하게 초점을 맞추는 것이 가장 중요한 요소라고 하였다. 저자들의 경우 비록 시술자 H가 쇄석횡수가 가장 많지는 않으나, 쇄석술 시 가장 강

한 충격파 (827bar)와 가장 긴 투시시간 (4.44분)을 사용하여 가장 높은 횡수당 배석률 (65.3%)과 최종쇄석성공률 (99.4%)을 보였다.

저자들은 성공적인 쇄석술을 예상할 수 있는 요인들을 알아보기 위해 시술자 H의 결과를 분석하였다. 전체 환자를 대상으로 한 다변량분석에서 투시검사시간, 최고충격파강도, 방전횡수의 모두가 횡수당 배석률에 가장 영향을 주는 요소로서 통계적 의의가 있었던 것과 대조적으로 시술자 H의 결과에 대한 다변량분석에서 횡수당 배석률에 가장 영향을 주는 요소는 투시검사시간과 충격파강도였으며, 충격파횡수는 통계적으로 의의가 없게 나타났다. 특히 투시검사시간이 가장 통계적 연관이 있었다. 그러므로 체외충격파쇄석술 시술 시 충분한 투시시간을 이용해 초점을 정확하게 맞추는 것이 가장 중요하며, 많은 횡수보다는 높은 강도의 충격파를 사용할 때 최상의 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각한다.

결 론

체외충격파쇄석술의 결과는 시술자 간에 임상적, 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 결석은 위치와 크기에 따라 신결석보다는 요관결석에서, 그리고 크기가 작을수록 높은 배석률을 보였다. 하지만 시술자 간의 술기를 비교할 때에는 가장 긴 투시검사시간과 높은 충격파강도로 시행하였던 시술자에서 최상의 결과가 나타났으므로 성공적인 쇄석술을 위해서는 정확한 초점의 조절과 강한 충격파가 필요하다고 생각한다. 체외충격파쇄석술의 결과는 술기의 영향이 크므로 시술자에 대한 지속적인 재교육을 통해 동일 기종의 쇄석기에서도 쇄석술의 성공률을 더욱 높일 수 있을 것으로 생각한다.

REFERENCES

1. 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
2. Bierkens AF, Hendrikx AJ, de Kort VJ, de Reyke T, Bruynen CA, Bouve ER, et al. Efficacy of second generation lithotriptors: a multicenter comparative study of 2,206 extracorporeal shock wave lithotripsy treatments with the Siemens Lithostar, Dornier HM4, Wolf Piezolith 2300, Direx Tripter X-1, and Breakstone Lithotriptors. *J Urol* 1992;148:1052-6
3. Siebold J, Rassweiler J, Schmiedt A, Sarica K. Advanced technology in extracorporeal shock wave lithotripsy: the Dornier MPL 9000 versus the Dornier HM3. *J Endourol* 1998;12:173-6
4. Yoon JS, Park CH, Kim CI. Lower caliceal stone clearance after shock wave lithotripsy: impact of lower pole radiographic anatomy. *Korean J Urol* 1999;40:1257-60
5. 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
6. Kang TW, Kwon DD, Oh BR, Park KS, Ryu SB, Park YI. Experience of extracorporeal shock wave lithotripsy with Piezolith 2300 Device in 2077 patients with urinary tract calculi. *Korean J Urol* 2002;43:187-91
7. Psihramis KE, Jewett MA, Bombardier C, Caron D, Ryan M. Lithostar extracorporeal shock wave lithotripsy: the first 1,000 patients. *J Urol* 1992;147:1006-9
8. Kim HS, Kim YG. Clinical experience of extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) using Dornier MPL 9200X lithotripter. *Korean J Urol* 2003;44:430-5
9. Logarakis NF, Jewett MA, Luymes J, Honey RJ. Variation in clinical outcome following shock wave lithotripsy. *J Urol* 2000;163:721-5