

Storz Modulith SLX 체외충격파쇄석기를 이용한 요석치료의 초기 경험

계명대학교 의과대학 비뇨기과학교실 및 의과학연구소

김희수 · 서원교 · 박철희 · 김천일 · 김광세

=Abstract=

Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy: Experience of the Year with Modulith SLX

Hee Soo Kim, Weon Kyo Seo, Choal Hee Park,
Chun Il Kim and Kwang Sae Kim

*From the Department of Urology and Institute for Medical Science,
Keimyung University School of Medicine, Taegu, Korea*

Storz Modulith SLX represents a newly developed third generation lithotriptor with an electromagnetic cylinder as shock wave source and a dual localization system consisting of in-line ultrasound and an integrated fluoroscope C-arm. We report our initial experience with in situ ESWL treatment of renal and ureteral stones with Modulith SLX. 282 patients with urinary stones were treated. Stones were located in calices or the renal pelvis in 21.4%, in the upper ureter in 50.5%, in the midureter in 6.1% and in the lower ureter in 22.0%. The age range of the patients was 18 to 73 years (mean of 43.8 years). The male to female ratio was 1.6: 1. The size of the stones ranged from 3 to 48mm (mean of 11.6mm). No general or regional anesthesia was required. The average number of shock waves was 3,250 shock/session and the total number of treatment session was 535 (mean of 1.9/person). The success rate was 84.1% in kidney, 92.6% in upper ureter, 83.3% in midureter and 95.4% in lower ureter respectively (overall 90.8%). The success rate was decreased in accordance with increment of stones size : 93.9% for stones of 1-10mm, 86.2% for 11-20mm, 44.4% for stones larger than 20mm. There was no significant complications. In conclusion, ESWL with Storz Modulith SLX is the first choice of management for urinary stones less than 20mm in diameter regardless of the stone location. And it is an efficient and safe lithotriptor which allows anesthesia-free lithotripsy and treatment for outpatient basis.

Key Words: Urinary stone, ESWL, Modulith SLX.

서 론

요석에 대한 체외충격파쇄석술은 1980년 독일의 Chaussy 등^{1,2)} 처음으로 Dornier HM-1 lithotriptor를 이용하여 요석의 분쇄에 성공, 요석치료

접수일자 : 1996년 5월 7일

에 있어서 획기적인 전환점을 맞이한 이래 최근에는 요석의 치료에 있어 일차적으로 가장 널리 이용되고 있으며, 현재 전세계적으로 13개 회사로부터 약 26종의 체외충격파쇄석기가 개발되어 높은 치료효과와 안전성을 보이고 있다.

본 교실에서는 제3세대 쇄석기인 독일 Storz사

의 Modulith SLX를 이용하여 총 282명의 요석환자 (295개의 요석)를 대상으로 체외충격파쇄석술을 시행하였으며 그 임상적 결과를 보고하는 바이다.

대상 및 방법

1995년 8월부터 1996년 5월까지 본원 비뇨기과를 방문하여 요석으로 진단받고 체외충격파쇄석술을 받은 282명, 295 요석을 대상으로 성별 및 연령분포, 술전 요석의 위치와 크기, 충격파량, 쇄석횟수와 시술시간 그리고 성공률 및 합병증과 보조적 방법 등을 분석하였다.

시술전 검사로 일반혈액검사, 혈액응고검사, 요검사, 요배양검사, 간기능검사, BUN, Creatinine, 전해질검사, 경정맥 신우조영술등을 선택적으로 시행하였고 시술직전에 단순요로촬영(KUB)으로 요석의 위치를 재확인하였다.

본 교실에서 사용한 Modulith SLX 쇄석기는 독일 Storz사에서 개발한 제3세대 체외충격파쇄석기로서 충격파발생장치는 전자기식 (electromagnetic)이며 요석의 위치측정에는 초음파장치 (in-line ultrasound)와 방사선트시장치 (fluoroscope C-arm)가 통합된 이중위치측정장치 (dual localization system)가 이용되고 있다. 신장 및 상부요관석에는 양와위, 중부 및 하부요관석에는 복와위로 누운 상태에서 시술하였으며 충격파의 빈도는 분당 60회-120회, 충격파의 강도는 100-1000bar의 범위내에서 9단계로 증가시켰다. 1회 치료시 충격파량은 최대 허용용량인 신석의 경우 3000 shocks, 요관석의 경우 4000 shocks를 기준으로 요석의 크기와 분쇄정도, 환자의 상태에 따라 적절히 증감하였으며 시술시의 통증조절은 Caroverine Hydrochloride 40mg 또는 Pethidine Hydrochloride 50mg을 필요에 따라 근육주사 하였으며 부분 또는 전신마취는 전혀 시행하지 않았다.

추적기간은 14일부터 3개월10일로써 평균 23.7일이었고 치료의 성공여부는 시술후 1주간격으로 단순요로촬영이나 경정맥 신우조영술을 시행하여 추적기간 3개월이내에 요석이 완전분쇄되었거나 자연배출 가능한 4mm이하의 잔석이 있을때 성공으로 판단하였으며 재시술이 필요한 경우는 1주 이상의 기간을 두고 시행하였다.

결과

총 282명의 성별분포는 남자 175명, 여자 107명으로 남녀비는 1.6: 1이었으며 연령분포는 18세부터 73세로 평균 43.8세였다. 요석의 수는 295례, 총치료횟수는 535회로써 환자당 평균 1.9회였고 한번 시술시 평균충격파량은 3250 shocks, 평균 시술시간은 42.7분이었다. 요석이 30mm이상 또는 농각석인 경우, 요독증을 동반했을 때 등 경피적 신루설치술이나 요관부목 삽입이 필요했던 7례를 제외한 전례를 외래에서 시술하였다.

요석의 위치별 분포는 신석이 63례 (21.4%)로 신우석 28례 (9.5%), 신배석 35례 (11.9%)였다. 요관석은 232례 (78.6%)로 상부요관 149례 (50.5%), 중부요관 18례 (6.1%), 하부요관 65례 (22.0%)였다 (Table 1). 요석의 크기별 분포는 10mm이하인 경우가 228례 (77.3%)로 가장 많았고, 11-20mm 58례 (19.7%), 21-30mm 6례 (2.0%), 30mm이상이 3례 (1.0%)였다 (Table 2). 요석 위치에 따른 성공률은 신석에서 84.1% (53/63), 요관석에서 92.7% (215/232)로 요관석에서 다소 높았으나 큰차이는 없었다 (Table 3). 반면, 요석 크기에 따른 성공률은 10mm이하 93.9% (214/228), 11-20mm 86.2% (50/58), 21-30mm 50.0% (3/6), 30mm이상사 33.3%

Table 1. Stone location

Location	No. of stones (%)
Renal	63 (21.4)
Pelvis	28 (9.5)
Calyx	35 (11.9)
Upper	7 (2.4)
Mid	1 (0.3)
Lower	27 (9.2)
Ureteral	232 (78.6)
Upper	149 (50.5)
Mid	18 (6.1)
Lower	65 (22.0)
Total	295 (100)

Table 2. Stone size

Size (mm)	No. of stones (%)
0 - 10	228 (77.3)
11 - 20	58 (19.7)
21 - 30	6 (2.0)
30 ↑	3 (1.0)
Total	295 (100)

Table 3. Success rate according to stone location

Location	No. Cases	Free from stones (%)
Renal	63	53 (84.1)
Pelvis	28	22 (78.6)
U. calyx	7	6 (85.7)
M. calyx	1	1 (100)
L. calyx	27	24 (88.0)
Ureteral	232	215 (92.7)
U. ureter	149	138 (92.6)
M. ureter	18	15 (83.3)
L. ureter	65	62 (95.4)
Total	295	268 (90.8)

Table 4. Success rate according to stone size

Stone	No. Case	Free from stones(%)
1 ~ 10	228	214 (93.9)
11 ~ 20	58	50 (86.2)
21 ~ 30	6	3 (50.0)
30 ↑	3	1 (33.3)
Total	295	268 (90.8)

(1/3)로 20mm이상에서 성공률이 현저히 낮았다 (Table 4). 또한 요석의 크기에 따른 시술횟수에서는 10mm이하인 경우 1회 55.1%, 2회 27.1%, 11-20mm인 경우 1회 18%, 2회 32%였으며 20mm 이상인 경우에는 모두 4회이상으로 요석의 크기가 클수록 시술횟수도 증가하였다 (Table 5). 전체 평균성공률은 90.8% (268/295)였다.

총 535회 치료중 합병증으로 육안적 혈뇨가 71.8% (384/535)에서 있었으나 대부분 경미하여 1-2일 이내에 자연소실되었다. 오심 및 구토가 7.1% (38/535)에서 있었으나 이는 Pethidine Hydrochloride 근육주사 때문인것으로 생각되며 산통은 4.5% (24/535)에서 호소하였으나 진통제의 투여로 호전되었다. 신주위혈종은 0.2% (1/535)에서 발견되었으나 보존적 요법으로 치유되었고 말열이나 패혈증은 없었다. steinstrasse가 2.2% (12/535)에서 발생했으나 3례에서만 요관부목 유치후 쇄석술을 재시행 하였으며 나머지 9례에서는 자연배출되거나 요관부목 유치없이 쇄석술을 재시행하여 치료하였다 (Table 6).

고 찰

체외충격파쇄석술은 독일정부의 재정지원 아래 Dornier사와 뷔헨대학의 비뇨기과의사들이 10여년의 동물실험을 거쳐 1980년 Chaussy 등¹에

Table 5. Number of treatment according to stone size

No. Sessions	Size (mm)			Total (%)
	0-11	11-20	21-30	
1	118 (55.1)	9 (18)		127 (47.4)
2	58 (27.1)	16 (32)		
3	29 (13.6)	9 (18)		74 (27.6)
4	6 (2.8)	6 (12)	2	38 (14.2)
5		2 (4)		15 (5.6)
6	2 (0.9)	6 (12)	1	2 (0.7)
7		2 (4)		9 (3.4)
8	1 (0.5)			2 (0.7)
Total (%)	214 (100)	50 (100)	3	1 268 (100)

Table 6. Complication of ESWL in 535 sessions

Complication	No. Cases (%)
Gross hematuria	384 (71.8)
Nausea/Vomiting	38 (7.1)
Pain	24 (4.5)
Perirenal hematoma	1 (0.2)
Steinstrasse	12 (2.2)

의해 신석의 분쇄에 성공함으로써 처음 시작되었다. 이후 두번의 개량을 거쳐 1984년 Linge-man 등²에 의해 미국내에서 처음 시술된 이후 일반화 되었으며 국내에서는 1987년 EDAP-LTO1 쇄석기가 처음 도입되어 김 등³이 시술한 이후 현재 다양한 종류의 체외충격파쇄석기가 도입되어 요석의 치료에 가장 널리 쓰이고 있다.

체외충격파쇄석술의 기본적인 원리는 변함이 없지만 충격파발생장치, 충격파전달매체 및 요석위치측정장치에 대해서는 지속적인 기술발전이 이루어져 제3세대의 쇄석기가 개발되었으며 현재 전세계적으로 13개회사에서 약 26종이 상품화되어 있다. 본 교실에서 1995년 8월에 도입한 Modulith SLX는 독일 Storz사에서 개발된 제3세대 쇄석기로서 water cushion내의 전자기식 (electromagnetic) 충격파발생장치에서 발생된 100~1000bar의 충격파를 parabolic reflector에 의해 초점을 조정 (focusing)하여 방사선투시장치 (fluoroscope C-arm)와 초음파장치 (in-line ultrasound)로 위치결정된 요석을 분쇄하는 방식이다.

체외충격파쇄석기는 충격파발생장치 (shock-wave generator), 충격파전달매체 (coupling media) 및 요석위치측정장치 (stone localization)등으로 구성되며 충격파 발생방식에 따라 크게 전기수

압식 (electrohydraulic), 압전기식 (piezoelectric) 및 전자기식 (electromagnetic)으로 구분된다. 전자기식 충격파발생장치는 전기수압식에 비해 요석을 분쇄하는데 약한 에너지를 사용하므로 신실질을 포함한 주위장기의 손상가능성이 낮으며⁴ 압전기식과 비교하면 충격파에너지의 조절범위가 크며 요석을 분쇄하는데 필요한 충격파의 수가 적은 장점이 있다. 이외에 *parabolic reflector*는 구경을 크게하여 단위폐부접촉면의 에너지를 감소시켜 통증을 줄임으로써 진통제의 근주만으로 시술이 가능하며 마취가 필요없어 대부분 입원하지 않고 시술받을수 있는 장점이 있으며 실제 저자들은 거의 대부분 외래에서 시술하였다.

요석위치 측정장치에는 방사선투시장치와 초음파장치로 나뉘지만 방사선투시장치는 비뇨기과의사가 쉽게 배울수 있고 위치측정이 용이하며 내비뇨기과적 시술시 사용가능한 반면 척추에 가까운 요석과 방사선 투과성 요석의 위치파악은 힘들다. 초음파장치는 방사선 노출이 적으며 방사선 투과성 요석의 위치파악이 용이한것 외에 시술도중 계속적인 감시 (real-time monitoring)가 가능한반면 익숙해 지는데 시간이 오래 걸리며 요관석 특히 중부요관일 경우 위치파악이 거의 불가능 하다⁵. Modulith SLX는 이 두장치가 통합된 쇄석기로 양자의 장점을 모두 수용, 별 문제없이 효율적인 쇄석이 가능하였으나 시술도중 환자가 반드시 복와위 또는 양와위로 편평하게 누워있어야 되고 또한 초음파장치가 시술대하부에 고정되어 있어 시술대를 전후좌우로 이동시키면서 위치파악을 해야함으로 방사선 투과성 중부요관석일 경우에는 위치파악에 어려움이 있어 대부분 화학적분해나 다른 관혈적 제석술을 시행하였다.

체외충격파쇄석술의 성공률은 저자의 판정기준 및 기종에 따라 다양하다. 또한 쇄석술후 자연배출될 것으로 기대되는 잔석의 크기도 저자마다 2~5mm까지 다르게 보고하고 있는데 본교실에서는 시술 후 1주 간격으로 단순요로촬영이나 경정맥 신우조영술을 시행하여 추적기간 3개월이내에 요석이 완전분쇄되었거나 4mm이하의 잔석이 있을때를 성공으로 판단하였다. 요석의 위치에 따른 성공률은 신배석에서 78.6%로 가장 낮았는데 이는 28례의 신배식중 20mm이상 되는 요석이 7례 (25%)였기 때문으로 생각되며 1례의 중부신배석을 제외하면 하부요관석에서

95.4%로 가장 높았다 (Table 3). 이는 위치측정이 용이하며 호흡에 따른 요관의 변위가 적고 요석과편이 방광으로 쉽게 빠져나가기 때문으로 생각된다. 하지만 전체적으로는 요석의 위치에 따라 성공률의 큰 차이는 없었으며 이는 이전의 보고들⁶⁻⁸과는 다른것으로서 그 이유로는 본 교실의 기종이 이중위치측정장치 (dual localization system)에 의해 모든 부위의 요석위치측정이 가능했고 요석의 부위에 따라 환자의 위치를 변형시켜 충격파전달에 문제가 되는 해부학적 장애를 배제시켰기 때문으로 생각된다.

한편 요석의 크기에 따른 성공률은 10mm이하 93.9%, 11-20mm 86.2%, 20mm이상이 33.3-50.0%로 20mm이상에서 현저히 낮았고 (Table 4) 요석의 크기에 따른 평균시술횟수 역시 10mm이하 1.7회, 11-20mm 2.8회, 20mm이상 4.5회로 20mm이상에서 현저히 시술횟수가 높았으며 (Table 5) 이는 다른 보고들^{2,9-11}과 일치하였다. 그러므로 20mm이상의 요석에 대해서는 체외충격파쇄석술 단독요법보다는 경피적쇄석술이나 요관경화제석술등의 병용요법을 고려해야 할것으로 생각된다.

전체적으로 본 성공률은 1회 시술에서 47.4%, 2회 시술에서 27.6%, 3회 시술에서 14.2%로 89.2%가 3회 시술내에 성공하였으며 한 환자당 평균 시술횟수는 1.9회였고 전체적인 최종성공률은 90.8%였다. 이를 국내 다른 저자들^{3,12-18}과 비교해 보면 평균시술횟수는 1.27~2.3회, 최종성공률은 82.6%~98.5%로 기종이 달라 직접적인 비교는 힘들지만 본 교실의 결과와 비슷한 양상을 보였다.

쇄석술에 있어서 요관부목 유치의 적용증과 효과에 대해서는 논란이 있는데 Shabsigh 등¹⁹은 요관부목을 유치하지 않은 군에서 유치한 군에 비해 내비뇨기과적 치치가 훨씬 증가하였으며 합병증의 발생빈도도 의의있게 증가하였다고 보고하였으나 Preminger 등²⁰과 Bruegg 등²¹은 육안적 혈뇨, 고열 및 지속적인 축복통등 환자의 이완률을 증가시키고 마취의 부담을 주며 술기자체가 침습적이기 때문에 단일신동 특별한 경우가 아니면 시행하지 않는것이 좋다고 하였다. 저자들의 경우에서도 가능한한 술전에는 요관부목을 하지 않고 술후 합병증이 생기는 경우에만 부목을 유치하였으며 실제로 12례의 steinstrasse중 3례에서만 요관부목을 유치한후 쇄석술을 제시행하였다.

체외충격파쇄석술 후의 합병증은 여러가지가 보고되고 있는데 Chaussy 등²은 거의 대부분에서 기종에 관계없이 그리고 조와 신¹²은 68.3%, 김 등³은 38.7%, 조와 장¹³은 90%에서 육안적 혈뇨가 나타난다고 하였으며 저자들의 경우에는 71.8%에서 육안적 혈뇨가 나타났으나 2일 이내에 자연 소실되었다 (Table 6). 쇄석술 후 산통은 Lingeman 등²은 49%, 권 등¹¹은 27.2%로 보고하고 있으며 저자들의 경우 4.5%에서 산통이 있었으나 진통제의 투여로 호전되었다. 또한 오심과 구토가 7.1%~주위혈종이 0.2%에서 있었으나 진통제와 보존적 요법으로 치유되었으며 전체적으로 심각한 합병증은 없었다.

Fetner 등⁴과 Lingeman 등²은 요관석을 신우내로 밀어올려 쇄석술을 시행한 결과 쇄석성공률이 활동히 높았고 충격파의 발사횟수도 의의 있게 감소하였다고 보고하였다. 그러나 이 시술 자체가 침습적이고 시술시간이 오래 걸리기 때문에 요관천공 및 합착등의 합병증이 약 10%에서 초래되고 약 20%에서는 술기상 문제점으로 요관경을 삽입할 수 없는 경우가 있다^{24,25}. 또한 이러한 시술은 쇄석기종의 발전으로 과거사가 되고 있는 추세이다. Storz Modulith SLX 쇄석기를 이용한 체외충격파쇄석술은 방사선 투과성 중부 요관석을 제외한 모든 요관석에 대해 긴급처치를 요하는 합병증이 없으면 아무런 보조적 조작 없이 요석을 원래의 위치에 두고 쇄석술을 시행 할 수 있는 비침습적이고 효과적인 치료법이라고 생각된다.

결 론

1995년 8월부터 1996년 5월까지 282명, 295 요석을 대상으로 Storz Modulith SLX 제3세대 쇄석기를 이용하여 체외충격파쇄석술을 시행한 결과 전체 성공률은 90.8%, 환자당 평균 시술횟수는 1.9회였으며 직경 20mm 이상인 경우에서 성공률이 낮아 시술횟수가 최소 4회 이상으로 높았다. 요석의 위치는 성공률에 큰 영향을 주지 않았다. 심각한 합병증은 없었으며 마취없이 대부분 외래에서 시술하였다.

이상으로 Storz Modulith SLX 쇄석기를 이용한 체외충격파쇄석술은 요석의 위치와 관계없이 20mm 이하의 요석치료에 우선적으로 시행할 수 있는 안전하고 효과적인 치료방법으로 생각된다.

참 고 문 헌

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. Lingeman JE, Newman D, Mertz JHO, Mosbaugh PG, Steele RE, Kahtoski RJ, et al. Extracorporeal shock wave lithotripsy: The Methodist hospital of Indiana experience. *J Urol* 1986; 135: 1134-7.
3. 김세철, 문영태, 문우철, 김경도, 김영선, 김건상. 요로결석 300례에 대한 EDAP-LTO1 체외충격파쇄석술의 경험. *대한의학회지* 1987; 30: 1134-45.
4. Wilbert DM, Reichenberger H, Hutschmeister G, Riedmüller H, Alken P, Hohenfellner R. Second generation shock wave lithotripsy: Experience with the Lithostar. *World J Urol* 1987; 5: 225-8.
5. Rassweiler J, Henkel TO, Khrmann KU, Pottempa D, Jermann KP, Alken P. Lithotripter technology: Present and future. *J Endourol* 1992; 6: 1-13.
6. Riehle RA, Fair WR, Vaughan ED Jr. Extracorporeal shock wave lithotripsy for upper urinary tract calculi: One year's experience at a single center. *JAMA* 1986; 255: 2043-8.
7. Schmiedt E, Chaussy C. Extracorporeal shock wave lithotripsy of kidney and ureteral stones. *Urol Int* 1984; 39: 193-5.
8. Fetner CD, Preminger GM, Seger JA, Lea TA. Treatment of ureteral calculi by extracorporeal shock wave lithotripsy at a multi-use center. *J Urol* 1988; 139: 1192-4.
9. Grace PA, Gillen P, Smith JM, Fitzpatrick JM. Extracorporeal shock wave lithotripsy with the Lithostar lithotriptor. *Br J Urol* 1989; 64: 117-21.
10. Graff J, Dicderichs W, Schulze A. Long term follow up in 1003 extracorporeal shock wave lithotripsy patients. *J Urol* 1988; 140: 479-83.
11. Kirkali Z, Mungan U, Sade M. Extracorporeal

- electromagnetic shock wave lithotripsy of ureteric stones in situ. *J Endourol* 1992; 6: 411-2.
12. 조의제, 신세종. 체외충격파쇄석기를 이용한 요로결석치료의 초기경험. *대한비뇨회지* 1990; 31: 229-34.
13. 조철희, 장대수. Northgate SD-3를 이용한 체외충격파쇄석술의 초기임상경험. *대한비뇨회지* 1990; 31: 235-41.
14. 심봉석, 박영호, 권성원. Northgate SD-3 체외충격파쇄석술 202례. *대한비뇨회지* 1990; 31: 396-400.
15. 안태영, 김철수, 안한종. Dornier MPL 9000쇄석기를 이용한 요로결석치료의 초기 임상성적. *대한비뇨회지* 1990; 31: 677-84.
16. 이성원, 주명수, 이은식, 이상은, 김시황. 체외충격파쇄석술: Siemens Lithostar를 이용한 1년간의 경험. *대한비뇨회지* 1991; 32: 729-34.
17. 권동득, 박광성, 민병갑. 요관결석에 대한 일차적 원위치 체외충격파쇄석술의 치료성적. *대한비뇨회지* 1992; 33: 266-71.
18. 박영호, 정경우, 권현영, 윤진한. 요관결석의 체외충격파쇄석술 단독요법에 의한 치료경험. *대한비뇨회지* 1992; 33: 850-6.
19. Shahsigh R, Gleeson MJ, Griffith DP. The benefits of stenting on a more or less routine basis prior to extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* 1988; 15: 493-7.
20. Preminger GM, Kettellhut MC, Elkins SL, Seger J, Fetner CD. Ureteral stenting during extracorporeal shock wave lithotripsy: Help or hinderance? *J Urol* 1989; 142: 32-6.
21. Bregg K, Riehle RA Jr. Morbidity associated with indwelling internal ureteral stents after shock wave lithotripsy. *J Urol* 1989; 141: 510-2.
22. Chaussy C, Fuchs GJ. Current state and future developments of noninvasive treatment of human urinary stones with extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* 1989; 141: 782-9.
23. Lingenman JE, Schirrell WL, Newman D, Mosbaugh PG, Steele RE, Woods JR. Management of upper ureteral calculi with extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* 1987; 138: 720-3.
24. Lytton B, Weiss RM, Freen DF. Complications of ureteral endoscopy. *J Urol* 1987; 137: 649-53.
25. Weinberg JJ, Ansong K, Smith AD. Complications of ureteroscopy in relation to experience: Report of survey and author experience. *J Urol* 1987; 137: 384-5.