

The Optimal Shock Intensity and C-arm Total Running Time in Patients with Inferior Ureter Stones during Electromagnetic of ESWL

Jeong kyu Park, Euy Hyun Cho*

Department of Radiologic Technology, Daegu Health Colledge.

*Department of Biomedical Engineering, The Graduate School Yeungnam University**

전자기식 체외충격파쇄석술시 하부요관 결석 환자에 대해 적합한 충격강도와 C-arm 총 가동시간

박정규, 조의현*

대구보건대학교 방사선과, 영남대학교 대학원 의공학과*

Abstract

The advantages and disadvantages of the various models of crushed ESWL (Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy) and their various side effects due to pre-treatment have been reported. We look for the appropriate intensity of the shock wave in the electromagnetic ESWL treatment of patients with lower Inferior Ureter Stones and measure the total running time of C-arm saw. This study is based on the January-June 2014 launch of 65 patients of C university hospital located in Gyeongbuk, who conducted ESWL without pre-treatment. Patients are composed of 48 male and 17 female which were more common in men, while the most common age is 50s. The occurrence of lower urinary tract stones were left and they were more absent than 5mm in size in 39 of the most common. Optimal intensity is one of the suitable intensity of pain, and it is possible to switch the strength of impact to C if one appeals pain. In addition, the C-arm of the total operating time showed 241.73 ± 30.37 seconds, which is the size of the lower urinary tract that showed a significant difference ($p < 0.05$). Therefore, ESWL treatment without pre-enforce treatment, the standard for the impact frequency and impact strength depending on the site of ureteral stones is required. The standard for total operating time of C-arm generated for ureteral stones is needed in order to reduce radiation exposure, and the standard for the total operating time for the criteria is needed depending on the site in order to minimize the exposure.

Key words : Electromagnetic, Extracorporeal shock wave lithotripsy(ESWL), Shock intensity, C-arm total running time

요 약

체외 충격파 쇄석술시 쇄석기종에 따라 각각 장단점이 있으며, 전 처치로 인한 여러 가지 부작용이 보고되고 있다. 이에 전자기식 ESWL시 하부결석환자에서 적합한 충격파의 강도를 찾아보고, C-arm의 총 가동시간을 측정해 보았다. 본 연구는 2014년 1월부터 6월까지 경북지역 일개시의 C대학병원에서 전 처치를 시행하지 않고 ESWL을 받은 65명

의 환자를 대상으로 하였다. 성비는 남자가 48명, 여자가 17명으로 남자가 더 많았으며, 연령은 50대가 가장 많았다. 하부요로결석의 발생은 왼쪽이 더 많았으며, 결석의 크기는 5mm 이하가 39명으로 가장 많았다. 적합한 충격강도는 1의 강도이며 통증을 호소하는 경우 C의 강도로 전환하여 충격을 가할 수 있다. 또한 C-arm의 총 가동시간은 241.73 ± 30.37 초로 나타났으며, 이것은 하부요로결석의 크기와 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 따라서, ESWL시 전 처치를 시행하지 않고 시술을 할 경우 요관 결석의 부위에 따라 적합한 충격강도와 충격빈도의 기준이 필요로 하며, C-arm 총 가동시간도 요관 결석의 발생부위에 따라 방사선으로 인한 피폭을 최소화하기 위한 총 가동시간에 대한 기준이 필요할 것으로 사료된다.

중심단어 : 전자기식, 체외충격파 쇄석술, 충격강도, C-arm 총 가동시간

I. INTRODUCTION

체외 충격파 쇄석술(Extracorporeal shock wave lithotripsy, ESWL)은 기술적인 발전과 경험의 축적으로 현재에는 여러 종류의 체외 충격파 쇄석기가 사용되고 있으며 충격파 발생장치에 따라 압전식(piezoelectric), 전자기식(electromagnetic), 전기수압식(electrohydraulic) 등으로 구분 된다^[1]. 쇄석기의 기종에 따라 각 장단점이 있으며 치료결과도 차이가 있다. 또한 ESWL 후에 발생하는 통증은 매우 주관적이며 기존의 측 복통 유무, 쇄석기 기종에 따라 차이를 보인다. 진통제에 과민 반응이 있거나 비스테로이드계 진통제나 마약계 진통제에 대한 거부감이 있는 경우 시술의 시행에 많은 제약이 따르는 것이 문제점으로 지적되고 있다^[2]. 따라서 전 처치를 시행하지 않는 방법이 필요하다. ESWL시 충격파 빈도 및 세기의 변화를 통해 성공률 향상 및 조직손상을 감소시키는 여러 가지 방법이 연구되고 있다^[3]. 적당한 power로 요로결석을 효과적으로 분쇄하면서 요관과 주위 장기, 충격파가 통과한 피부, 근육에 대한 위험을 최소화하는 노력이 필요하며, 실제로 ESWL 이후의 합병증에 대해서는 보고되고 있다^{[4]-[6]}. 하부요관 결석 시 시술에 대해서는 적절한 치료방법에 대해서 논란이 많으며 10mm 이상의 경우에 요관경 돌 제거술(ureteroscopic removal of stone, URS)를 고려하도록 보고되고 있다^[7]. 또한, ESWL 시술 시 피폭 방사선량은 국제기준을 고려했을 경우 미미했으나 환자는 상대적으로 전산화단층촬영장치의 3배에 달하는 높은 방사선에 노출되었다는 보고가 있으며 방사선 위험을 인식하고 방사선량을 최소화 하려는 노력이 필요하다^[8]. 전자기식 ESWL시 하부 요관 결석에 대하여 전 처치를 시행하지 않은 상태에서 환

부에 가해지는 고통을 최소화하기 위한 효율적인 충격강도와 C-arm 총 가동시간을 측정해 보고자 하였다.

II. MATERIAL AND METHOD

1. 조사대상

2014년 1월부터 6월까지 경북지역 일개시의 C대학 병원에 응급실을 거쳐 비뇨기과에서 ESWL을 시행한 65명의 환자를 대상으로 하였다.

2. 방법

시술 장비로는 Fig. 1, 2 와 같이 체외충격파쇄석기(Dornier MedTech GmbH, Compact Delta II)를 사용하였다. 투시장비는 control box에서 평균 관전압 80kV, 평균 관전류량 3.6mA로 자동 조정되었다[Fig 3].

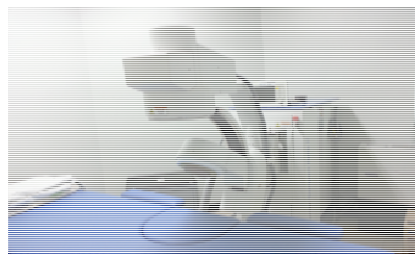


Fig. 1. Extracorporeal shock wave crusher.



Fig. 2. Monitor.

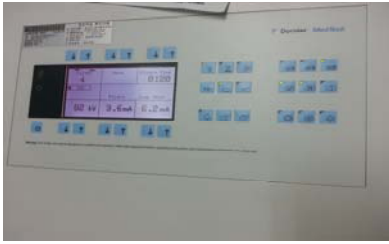


Fig. 3. Auto control box.

충격강도는 A, C, 1, 3, 6으로 분류되며 충격과와 관계되는 매개변수는 Table 1과 같다.

Table 1. Shock wave parameters

Intensity levels	a	c	1	3	6
Focal pressure P _f [MPa]	6.7	16.0	21	42	55
Focal size (-6dB) lateral (x,y) [mm]	15.0	9.0	7.8	4.7	7.5
axial (z) [mm]	103	90	83	57	78
Pulse width T _w [ns]	-	-	620	440	460
Disintegration energy E(12mm)[mJ]	2.5	7.0	11.0	29.0	70.0
Energy flux density ED [mJ/mm ²]	0.03	0.11	0.15	0.44	0.96
Max. pulse repetition frequency (PPF) Shots/min	180	180	120	120	120

A, C의 강도는 주로 정형외과에서 사용되는 강도이며, 비뇨기과에서는 3의 강도는 신결석이나 상부결석에 주로 사용되며, 하부결석의 경우는 1의 강도에서 주로 사용을 한다^[9]. 기존 연구로부터^[3] 효율적인 충격 강도를 구하기 위해서 1의 강도에서 고정하여 충격을 가하였으며, 통증이 느껴지면 구두로 파악하였으며, 통증을 호소한 경우에는 C의 강도로 전환하여 충격을 가하였다. 총 충격빈도는 4500회로 고정하고 1의 강도의 경우는 분당 90회로 시술시간은 50분이 소요하였다. C의 강도는 분당 80회로 시술시간은 56.25분으로 충격을 가하였다. 또한 시술에 소요된 C-arm의 총 가동시간을 측정하였다.

3. 자료 분석

자료의 통계분석은 Statistical package for social science (SPSS Inc, Chicago, USA) 22.0을 사용하였고, 전자기식 체외충격파쇄석기로 시술받은 65명의 환자의 일반적 특성을 빈도 분석하였다. 또한 전자기식 체외충격파 쇄석기로 시술받은 환자의 일반적 특성에 따라 충격강도가 차이가 나는지를 파악하기 위하여 카이제곱 검정(χ^2 -test)을 시행하였고, 전자기식 체외충격파 쇄석기로 시술한 경우 일반적 특성에 따른 C-arm 총 가동시간을 일원배치분산 분석을 시행하였다.

III. RESULT

1. 전자기식 체외충격파 쇄석기로 시술받은 환자의 일반적 특성

전자기식 체외충격파 쇄석기로 시술받은 환자들의 성별은 남자가 48명, 여자가 17명으로 남자환자가 더 많았다. 연령은 50대가 22명으로 가장 많았으며, 70대가 3명으로 가장 적게 나타났다. 하부 요로결석의 발생 부위는 왼쪽이 38건, 오른쪽이 27건으로 왼쪽이 더 많았다. 하부 요로 결석의 크기는 5cm이하가 39명으로 가장 많았으며, 6~10cm 이하가 23명, 11~15cm 이하가 3명의 순으로 나타났다[Table 2].

Table 2. The general characteristics of the patient receiving treatment

Division	N(percentage %)	
sex	male	48(73.8%)
	female	17(26.2%)
age	20~29	6(9.2%)
	30~39	5(7.8%)
	40~49	20(30.8%)
	50~59	22(33.8%)
	60~69	9(13.8%)
	70~79	3(4.6%)
part of occurrence	left	38(58.5%)
	right	27(41.5%)
size of stone	~5mm	39(60%)
	6~10mm	23(35.4%)
	11~15mm	3(4.6%)

2. 환자의 일반적 특성에 따른 충격강도의 차이분석

시술강도는 1의 강도에서 충격을 가한 후 통증을 호소하는 환자들에게는 C의 강도로 전환하여 충격을 가하였다. 시술 받은 환자의 일반적 특성과 충격강도에 따라 차이가 나는지를 분석한 결과 성별의 경우 남자 48명중 1의 강도로 충격을 가한 인원은 45명(93.8%), C의 강도를 가한 인원은 3명(6.2%)이었으며, 여자 17명중 1의 강도로 충격을 가한 인원은 13명(76.5%), C의 강도로 충격을 가한 인원은 4명(23.5%)이었다. χ^2 검정에서는 2×2의 χ^2 값으로 Fisher's Exact Test인 0.070을 적용한 결과 유의하게 나타나지 않았다($F>0.05$)연령의 경우 20대 6명중 모두가 1의 강도에서 충격을 가하였으며, 30대 5명 중 모두가 1의 강도에서 충격을 가하였다.40대의 경우 총 20명중 1의 강도에서 17(85%)명, C의 강도에서 3명(15%)이었다. 50대의 경우 22명 중 1의 강도에서 21명(95.5%), C의 강도에서 1명(4.5%)으로 나타났다. 60대의 경우 9명중 1의 강도가 8명(88.9%), C의 강도가 1명(11.1%)으로 나타났다. 70대의 경우 3명중 1의 강도가 1명(33.3%), C의 강도가 2명(66.7%)으로 나타났다. 연령과 충격강도의 경우 1의 강도에서 통증을 호소하여 C의 강도로 전환된 비율은 70대가 가장 높았으며,40대>60대>50대의 순으로 나타났다. 20대,30대는 없었다($p<0.05$). 하부요로결석의 발생부위에서는 왼쪽이 38명으로 1의 강도에서는 34명(89.5%), C의 강도에서는 4명(10.5%)이었다. 오른쪽의 경우 27명중 1의 강도에서는 24명(88.9%), 1의 강도에서는 3명(11.1%)이었다. χ^2 검정에서는 2×2의 χ^2 값으로 Fisher's Exact Test인 1.000을 적용한 결과 유의하게 나타나지 않았다($F>0.05$). 하부요로결석의 크기에서는 5mm이하가 39명으로 C의 강도에서는 38명(97.4%), C의 강도에서는 1명(2.6%)이었다. 6~10mm 이하의 경우 23명 중 1의 강도가 19명(82.6%), C의 강도가 4명(17.4%)으로 나타났다. 11~15mm이하의 경우는 3명으로 1의 강도에서 1명(33.3%), C의 강도에서 2명(66.7%)이었다 [Table 3].

Table 3. Analysis of the difference between the impact strength according to the General

Division	n	intensity		χ^2	p(F)
		C	1		
sex	male	3 (6.2%)	45 (93.8%)	3.901	(.070)
	female	4 (23.5%)	13 (76.5%)		
age	20~29		6 (100%)	12.343	.030
	30~39		5 (100%)		
	40~49	3 (15%)	17 (85%)		
	50~59	1 (4.5%)	21 (95.5%)		
	60~69	1 (11.1%)	8 (88.9%)		
	70~79	2 (66.7%)	1 (33.3%)		
part of occurrence	left	4 (10.5%)	34 (89.5%)	.006	(1.000)
	right	3 (11.1%)	24 (88.9%)		
size of stone	~5mm	1 (2.6%)	38 (97.4%)	13.536	.001
	6~10mm	4 (17.4%)	19 (82.6%)		
	11~15mm	2 (66.7%)	1 (33.3%)		

3. 환자의 일반적 특성에 따른 C-arm의 총 가동 시간의 차이분석

시술환자의 일반적 특성에 따라 총 가동시간에 유의한 차이가 있는지를 파악하기 위해서 일원배치분산 분석을 하였다. 분산분석 결과, C-arm의 총 가동시간은 241.73±30.37초로 나타났다. 성별의 경우 남자의 평균 가동시간은 242.75±30.69초로 나타났으며, 여자의 경우 평균 가동시간은 238.88±30.18로 남자의 평균 가동시간이 더 길게 나타났다. 또한, 성별에 따른 평균 가동시간은 유의하지 않게 나타났다($p>0.05$). 연령의 경우 평균 가동시간은 70대가 272.00±43.26초로 가장 길게 나타났으며, 60대 246.22±32.69초, 40대 244.05±30.56초, 50대 240.45±29.71초, 30대 234.00±32.09초로 나타났으며, 20대가 223.33±13.66로 가장 짧게 나타났다. 또한, 연령에 따른 평균 가동시간은 유의하지 않게 나타났다($p>0.05$). 하부요로 결석 발생부위에 따른 평균 가동시간은 왼쪽이 245.42±26.72초, 오른쪽이 236.55±34.74초로 나타났으며 왼쪽이 길게 나타났다. 또한, 발생부

위에 따른 평균 가동시간은 유의하지 않게 나타났다 ($p>0.05$). 하부요로결석의 크기에 따른 평균 가동시간은 11~15mm이하가 317.00 ± 6.08 초로 가장 길게 나타났으며, 5mm 이하가 228.46 ± 21.89 초로 가장 짧게 나타났다. 그리고 6~10mm이하는 254.43 ± 24.47 초였다. 또한 하부요로결석의 크기에 따른 평균 가동시간은 통계적으로 유의하게 나타났다($p<0.05$) [Table 4].

Table 4. Analysis of the difference between the total operating time of the C-arm in accordance with the General

Division	N	Average(sec)	F	p	
sex	male	48	242.75±30.69	.201	.655
	female	17	238.88±30.18		
	total	65	241.73±30.37		
age	20~29	6	223.33±13.66	1.189	.326
	30~39	5	234.00±32.09		
	40~49	20	244.05±30.56		
	50~59	22	240.45±29.71		
	60~69	9	246.22±32.69		
	70~79	3	272.00±43.26		
	total	65	241.73±30.37		
portion	left	38	245.42±26.72	1.352	.249
	right	27	236.55±34.74		
	total	65	241.73±30.37		
size	~5mm	39	228.46±21.89	27.166	.000
	6~10mm	23	254.43±24.47		
	11~15mm	3	317.00±6.08		
	total	65	241.73±30.37		

IV. DISCUSSION

본 연구에서는 전자기식 체외충격과 쇄석기를 이용하여 하부 요관 결석에 대하여 시술을 할 경우 전 처치를 시행하지 않고 적합한 충격강도를 알아보았으며, C-arm 가동으로 인한 총 가동시간을 측정해 보고자 하였다. ESWL 시술시 많은 경우에서 발생하는 통증을 감소하기 위하여 전신마취나 하반신 마취를 시행하였으며^[11], 시술 후 합병증을 감소하기 위하여 진통제만을 사용하는 전 처치나 전 처치를 하지 않고 시술을 하려는 노력이 진행되고 있다. 전 처치를 시행하지 않고 신결석 환자에 대한 적합한 충격파의 빈도는 분당 120회보다는 분당 60회가 조직의 손상 없이 시술했수

를 줄이고 효과적으로 분쇄할 수 있다고 제안하고 있으며, 저에너지 충격파나 전처치의 유무는 조직손상의 정도에 영향을 미치지 않는다고 보고되고 있다^[3]. 하부요관 결석에서는 분당 80회~90회 총 충격빈도 4500회가 적당하다고 판단된다. 통상적인 연구에서 충격파의 발사는 조직손상을 막고 합병증을 최소화하기 위해 1회 시술에 충격과 발사는 총 5000회를 넘지 않도록 권고하고 있다^[12]. 이것은 분당 80회의 경우 56.25분, 분당 90회의 경우 50분정도가 소요되며, 전 처치를 시행하지 않으므로 합병증의 발생을 줄일 수 있으며 환자가 인내하기에 적합한 시간이라 사료된다. 또한, 본 연구에서 재 시술을 받은 경우는 환자 65명 중 단 한명에 불과하였다. 기존 연구에서 요관 결석 시 환자가 받는 피폭선량 측정 시 평균 투시 시간은 533초였지만^[10] 본 연구에서는 241.73±30.37초로 측정되었다. 이와 같은 결과는 기존연구에서는 요관 전체에 걸쳐 투시 시간을 측정한 것이며, 본 연구에서는 하부 요관 결석에 대해서만 측정한 것이므로 차이가 있다고 말할 수 있다. 즉 환자가 받는 피폭선량은 요관의 상부, 중부, 하부 각각에 대한 평균 투시선량을 각각 측정 할 필요가 있다. ESWL과 관계되는 방사선량 측정에 대한 연구는 많이 부족하여 지속적인 연구가 필요할 것으로 사료된다. 하부요관 결석의 C-arm 가동시간이 다른 부위 보다 짧은 것은 인접한 장기와의 접촉이 적고, 장기 내에 분포하는 가스가 없으므로 투시시간이 짧다고 여겨진다. 쇄석술시 전 처치를 하지 않고 충격파의 강도나 빈도, C-arm 가동시간에 대해서는 다른 쇄석기종에 대하여 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각한다. 하부 요관 결석에서 환자가 느껴지는 통증이 상대적으로 증가하여 상부나 중부의 요관 결석 보다 충격의 강도를 감소할 필요성도 제기된다.

V. CONCLUSION

하부요로결석에 대하여 전 처치를 시행하지 않고 전자기식 체외 충격파로 쇄석한 65명의 환자 중 성비는 남자가 더 많았으며, 연령은 50대가 가장 많았다. 하부요로결석의 발생은 왼쪽, 결석의 크기는 5mm이하가 가장 많은 것으로 나타났다. 쇄석 시 분당 90회, 총 충격빈도 4500회인 1의 강도를 기준으로 시술하는 것

이 적당하다. 통증을 호소할 경우 분당 80회, 총 충격 빈도 4500회인 C의 강도로 전환하여 쇄석할 필요가 있다. 시술환자의 일반적 특성에 따른 충격강도의 차이는 연령과 하부요로의 결석의 크기와 유의한 차이를 보였다($p<0.05$). 체외 충격과 쇄석술시 C-arm 가동시간은 평균 241.73 ± 30.37 초 이었다. 하부요로 결석의 크기와 평균 가동시간은 유의한 차이를 보였다($p<0.05$).

Reference

- [1] J.Y.Shin, B.S.Shim, H.N.Yoon, "The Efficacy of Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy (ESWL) for Mid-ureter Stone", Korean Journal of Urology, Vol.44 No12, pp1273-1276, 2003
- [2] Yong-Uk Kwon, Sang-Ik Lee, Tae-Yoong Jeong "Treatment of Upper and Mid Ureter Stones: Comparison of Semirigid Ureteroscopic Lithotripsy with Holmium: YAG Laser and Shock Wave Lithotripsy", Korean Journal of Urology, Vol.48 No 2, pp171-175, 2005
- [3] Kwangsoo Kang, Sangbok Lee, Junhaeng Lee, "Take advantage of ESWL in comparison measurement of Proximal stone against Mid Ureteral Stone according to its provability of Dong Wook Yu, Ill Young Seo, Joung Sik Rim, "Comparative Results of Extracorporeal Shock Wave Lithotripters with Three Kinds of Shock Wave Generator", Korean Journal of Urology, Vol. 48, No. 1, pp. 48-54, 2007
- [4] Tae Gyun Na, "Evaluation for Acceptability of Analgetic-free Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy with Modulith SLK", School of Medicine Graduate School, Eulji University, 2006
- [5] Jong YEON Lee, "Evaluation of the optimal frequency and pretreatment of shockwaves in patients with renal stones during extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL)", School of Medicine Graduate School, Chung-Ang University, 2011
- [6] pulverization, The Korean Society of Radiology, Vol.4 No1, pp11-17, 2010
- [7] Kyong Hun Kim, Bong Suk Shim "The Comparison of Efficacy of Ureteroscopic Removal and Shockwave Lithotripsy in Lower Ureteral Stones", Korean Journal of Urology, Vol.42 No9, pp905-909, 2001
- [8] Doo Seung-Whan "Scattered Radiation Doses to the Patients and Medical Practitioner from Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy", Korean Journal of Urology, Vol.49 No2, pp155-159, Feb, 2008
- [9] Domier MedTech GmbH, Compact Delta II: Treatment Guidelines 2003
- [10] Sung-Ho Moon, Hong-Ryang Jung, Cheong-Hwan Lim, "Radiation Dose during Fluoroscopy at the Organ from Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy", Journal of Korea Contents Association Vol.10 No5, pp343-350, Feb, 2010
- [11] Seven G, Schreiner MA, Ross AS, Lin OS, Gluck M, Gan SI, et al. Long-term outcomes associated with pancreatic extracorporeal shock wave lithotripsy for chronic calcific pancreatitis. *Gastrointest Endosc* 2012;75 pp.997-1004. 2012
- [12] Joo-Hee Kim, "Safety and efficacy of extracorporeal shockwave lithotripsy for the treatment of pancreatic duct stones" School of Medicine Graduate School, Ul-San University 2013.