
체외충격파쇄석술에서 투시 시 주요 장기별 방사선 피폭선량

Radiation Dose during Fluoroscopy at the Organ from Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy

문성호*, 정홍량**, 임청환**
삼성서울병원 비뇨기과*, 한서대학교 방사선학과**

Sung-Ho Moon(sungho2460.moon@samsung.com)*,
Hong-Ryang Jung(hrjung@hanseo.ac.kr)***, Cheong-Hwan Lim(lch116@hanseo.ac.kr)**

요약

체외충격파쇄석술(Extracorporeal shock wave lithotripsy ; ESWL) 시 환자가 받는 방사선 피폭선량을 측정하기 위하여 신장 및 요관 결석으로 진단을 받은 총 55명(남:36명, 여:19명)을 대상으로 방사선 피폭선량을 측정하였다. 측정 방법은 투시 관전압 80kVp, 관전류 5mA로 고정하여 인체 모형의 Rando Phantom과 형광유리 선량계를 사용하였으며, 주요 장기인 양측 신장, 방광, 간에 5분과 10분씩 각각 2회 흡수선량을 측정하여 유효선량으로 환산하였다. 환자 당 평균 시행 횟수는 1.8회(1~4)이었고, 평균 투시 시간은 533초(248~2516)로 나타났다. 우측 신장결석 치료 시 우측 신장의 평균값은 2.458mSv, 좌측 신장은 0.152mSv, 간은 1.404mSv, 방광은 0.019mSv로 측정 되었고, 좌측 신장결석 치료 시 좌측 신장의 평균값은 2.496mSv, 우측 신장은 0.252mSv, 간은 0.178mSv, 방광은 0.017mSv이었으며, 하부요관 결석 치료 시 방광에서의 평균값은 3.742mSv, 우측 신장은 0.009mSv, 좌측 신장은 0.01mSv로 유효선량이 측정 되었다.

■ 중심어 : | 체외충격파쇄석술 | Rando Phantom | 형광유리 선량계 | 투시시간 | 피폭선량 |

Abstract

We measured the radiation exposure for 55 persons (male: 36, female: 19) who was diagnosed with kidney and ureter stones and received ESWL. The absorbed dose was measured at the organ which is expected to absorb relatively much radiation (kidney, bladder, liver). The radiation dose measurement voltage 80kVp, current of 5mA as a fixed model of the human body by using the Rando phantom with Radiophotoluminescent Glass Dosimeter. Absorbed dose was measured for two times (5 minute and 10 minute, each) and converted to effective dose. Mean number of treatment was 1.8 times (1~4) per patient was the mean time of radiation exposure 533 seconds (248-2516). For the treatment of right renal stone, the effective dose of right kidney, left kidney, liver and bladder was 2.458mSv, 0.152mSv, 1.404 mSv and 0.019mSv, respectively. For the treatment of left renal stone, the effective dose of right kidney, left kidney, liver and bladder was 2.496mSv, 0.252mSv, 0.178 mSv, and 0.017mSv, respectively. For the treatment of distal ureter stone, the effective dose of right kidney, left kidney and bladder was 0.009mSv, 0.01mSv and 3.742mSv, respectively.

■ keyword : | ESWL | Rando Phantom | RPL Glass Dosimeter | Fluorotime | Radiation Dose |

I. 서론

체외충격파쇄석술에는 조준장치의 종류에 따라 X선 투시 장치(C-arm Fluoroscopy unit)를 이용한 방법과 초음파(Ultrasound)를 이용한 방법으로 나눌 수 있는데 X선 투시장치를 이용한 체외충격파쇄석술은 시술자 및 환자에게 방사선 노출의 위험성이 있고 실시간으로 치료의 진 과정을 볼 수 없으며, 크기가 작거나 방사선 투과성(Radiolucent) 결석을 조준할 수 없다는 단점을 가지고 있음에도 불구하고 조준의 용이성 때문에 널리 이용되고 있다[1].

X선은 1895년 Wilhelm Konrad Roentgen이 처음 발견한 이후 눈부신 발전을 하여 비뇨기와 영상진단 영역에서도 많이 이용되고 있다. 그러나 방사선 피폭에 대한 위험성은 아직까지는 크게 관심을 갖지 않는 것이 사실이다. 최근에는 방사선의 유해한 영향에 대한 일반인들의 이해와 인식이 점차 높아지면서 비뇨기와 영역에서도 이에 대한 질문을 환자로부터 받을 때가 종종 있어 당혹스러운 경우가 있다. 의료용 방사선은 자연에 노출되는 방사선의 약 15%를 차지하며 인공 방사선의 대부분을 차지하는 것으로 알려져 있다[2].

원자력분야의 방사선에 대해서는 규정과 규제가 까다롭지만, 의료방사선에 대해서는 많은 부분을 의료인의 전문적 판단에 맡기고 있다. 그 중에서 국민의 인공 방사선 피폭 중 거의 대부분을 차지하는 피폭원은 의료방사선이다. 더욱이 소득 수준의 향상으로 진료의 빈도가 늘어나고 정교한 의료방사선 기술이 추가됨에 따라 환자가 진료과정에서 피폭하는 의료상 피폭은 증가하는 추세에 있다[3].

대부분 선행 보고서에서 환자 피부나 다른 장기의 선량을 정확히 평가하는데 필요한 X선 노출의 기술적 인자를 알 수 없고, 많은 검사에서 총 투시 노출시간이나 기록된 영상의 수에 대한 자료도 없으며 사례 중 많은 경우 시술을 수행하는 의사들이 흡수선량이 인체에 영향을 일으키는 단계까지 접근하거나 초과함에 대해 인식하지 못하고 있는 것으로 나타났다.

따라서 본 연구에서는 체외충격파쇄석술을 받은 환자를 중심으로 체외충격파쇄석술 시행 시 X선 투시 장

치로 인해 환자의 주요장기에 불가피하게 노출되는 환자의 피폭선량측정과 이의 증가에 어떤 요인이 관여하는지에 대해 알아보고자 하였다. 또한, 체외충격파쇄석술 시 시술자는 방사선의 피폭실태를 알아보고 환자에게 가해지는 방사선 피폭을 줄이는 방안의 기준안을 마련하는 기초 자료를 제공하고자 하였다.

II. 연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

본 연구는 2008년 9월부터 2008년 12월까지 서울의 S 종합병원에서 신장 및 요관의 결석으로 진단되어 체외충격파쇄석술을 시행 받은 환자 수는 55명 (남; 36명, 여; 19명)이었고, 평균 연령은 51.3세(24~78)로 나타났다. 결석의 크기는 5mm이상 15mm이하로 단순요로검사(Kidney ureter bladder) 또는 전산화단층검사(Computed tomography)등의 영상학적 검사에서 측정되는 장축을 기준으로 하였다.

체외충격파쇄석술은 모두 동일한 시술자에 의해 시술되었으며, 시술 시 통증을 호소하는 환자에 대해서는 진통제인 케토로락(Ketorolac 30mg)을 시술 중 심한 통증인 경우는 페치딘(Pethidine 50mg)을 근육주사로 투여하였으며, 시술주기는 2~4주 간격으로 하였다.

2. 연구 장비

체외충격파쇄석기는 Modulith SLX-F2 Components (Storz medical system, Switzerland)로 9인치 영상 증배관(Image intensifier)이 장착된 X선 투시 장치이며, 투시 관전압 100kVp, 투시 관전류 5mA, 흡수체 두께 2mmPb, 입사면적 2cm × 2cm의 투시조건 시 입사조사선량률은 3.479R/min이 조사되는 기기를 사용하였다.

3. 측정 방법 및 분석

피폭선량 측정 방법은 투시 관전압 80kVp, 투시 관전류 5mA로 수동 고정된 후에 체외충격파쇄석술이 시행되었고, 대상 환자의 치료 자료를 가지고 동일한 조건 하에서 Rando Phantom(Phantom Laboratory, USA)을

대상으로 시행하였다. 체외충격파쇄석기의 X선 투시 장치로부터 수직으로 Rando Phantom을 위치시킨 다음 Phantom의 측정하고자 하는 부위에 형광유리 선량계(Asahi Techno Glass Corporation, Japan)를 위치시키고 우측 신장결석 치료 시와 좌측 신장결석 치료 시 각각 우측 신장, 좌측 신장, 방광, 간에서 방사선을 조사한 후, 형광유리 선량계에 기록된 피폭선량을 5, 10분간 각각 2차례 측정하여 환자에게 가해지는 분당 평균 피폭선량을 구하였다. 또한 하부 요관결석 치료 시 우측 신장, 좌측 신장, 방광에서 방사선을 조사한 후, 형광유리 선량계에 기록된 피폭선량을 5, 10분간 각각 2차례 측정하여 환자에게 가해지는 분당 평균 피폭선량을 구하였다.

체외충격파쇄석술 시 주요장기인 양측 신장, 방광과 우측 신장과 인접한 장기인 간장에서의 각각의 피폭선량을 측정하여 이를 환자에 대한 분당 평균 피폭선량에 대입함으로써 체외충격파쇄석술 시 1회당 환자에 가해지는 피폭선량을 환산 하였다. 또한 환자의 결석의 크기, 시술 횟수, 진통제 사용여부에 따른 시술시간의 관계를 비교하였다.

통계분석은 Windows용 SPSS 프로그램(version 12.0)을 통계 패키지로 사용하였다. 환자의 결석의 크기, 시술 횟수와 시술 시간과의 관계는 Pearson 상관 계수를 이용하여 검증 하였으며, 진통제 사용여부에 따른 시술시간과의 관계는 독립표본 T-test로 검증 하였다. 모든 통계적 수치는 평균, 표준편차로 표기하였으며, 통계 처리 후 P값이 0.05이하일 경우에 통계적인 유의성이 있다고 판정하였다.

III. 연구 결과

1. 연구 대상 분포

총 환자수는 55명(남: 36명, 여: 19명)이었고 환자 연령은 평균 51.3세(24~78)였다. 결석의 크기는 평균값은 6.7mm(5~14)였으며, 신장결석 7.9mm(5~15)였고, 요관결석 6.4mm(5~14)였다. 체외충격파쇄석술은 신장결석에 대하여 54회, 요관결석에 대하여 46회로 총 100회

이며, 이에 따른 환자 당 평균 1.8회(1~4)가 시행 되었 으며, 평균 투시 시간은 533초(248~2516)였다. 총 55명 중 13명에게 진통제가 투여 되었다[Table 1].

Table 1. Patients' characteristics

구 분	특 성
No. of patients	55 (male 36, female: 19)
Median age(years)	51 (24-78)
Median size of stone(mm)	6.7 (5-14)
site of stone during ESWL	Kidney: 54, Ureter: 46
Fluoroscopy time(sec)	533 (248-2516)
No. of additional pain control(%)	13 (23.6)

2. 피폭선량 측정 결과

2차례 시행된 가상 환자에게 5, 10분 동안 가해진 주요장기의 피폭선량 측정 결과는 다음과 같다. 피폭선량은 흡수선량을 측정하여 ICRP 60에서 권고한 조직가중치를 적용하여 유효선량을 측정하였다.

2.1 우측 신장 결석 치료 시

투시 시간이 5분일 때 우측 신장의 흡수선량은 55.303, 47.753mGy, 좌측 신장은 4.009, 1.837mGy, 방광은 0.165, 0.226mGy, 간은 3.984, 17.331mGy였다. 이에 조직가중치(신장 : 0.025, 방광, 간 : 0.05)를 적용하여 유효선량을 환산하였는데, 우측 신장은 1.382, 1.193mSv, 좌측 신장은 0.100, 0.045mSv, 방광은 0.008, 0.011mSv, 간은 0.199, 0.866mSv로 측정 되었다. 투시 시간을 10분으로 하였을 때 우측 신장결석 치료 시 우측 신장의 흡수선량은 111.264, 85.436 mGy, 좌측 신장은 8.477, 3.692mGy, 방광은 0.343, 0.445mGy, 간은 9.107, 47.075mGy였다. 이에 조직가중치를 적용하여 유효선량을 환산하였는데, 우측 신장은 2.781, 2.135mSv, 좌측 신장은 0.211, 0.092mSv, 방광은 0.017, 0.022mSv, 간은 0.455, 2.353mSv로 측정 되었다[Table 2].

Table 2. Measurement of radiation dose to right renal stone treatment

측정 위치	투시 시간 [min]	흡수선량 [mGy]	조직가중치 [ICRP 60]	유효선량 [mSv]
우측 신장	5	55.303 / 47.753	0.025	1.382 / 1.193
	10	111.264 / 85.436		2.781 / 2.135
좌측 신장	5	4.009 / 1.837	0.025	0.100 / 0.045
	10	8.477 / 3.692		0.211 / 0.092
방광	5	0.165 / 0.226	0.05	0.008 / 0.011
	10	0.343 / 0.445		0.017 / 0.022
간	5	3.984 / 17.331	0.05	0.199 / 0.866
	10	9.107 / 47.075		0.455 / 2.353

2.2 좌측 신장결석 치료 시

투시 시간이 5분일 때 우측 신장의 흡수선량은 5.376, 4.506mGy, 좌측 신장은 52.143, 36.676mGy, 방광은 0.208, 0.231mGy, 간은 1.781, 1.892mGy였다. 이에 조직가중치를 적용하여 유효선량을 환산하였는데, 우측 신장은 0.134, 0.112mSv, 좌측 신장은 1.303, 0.916mSv, 방광은 0.010, 0.011mSv, 간은 0.089, 0.094mSv로 측정되었다. 투시 시간을 10분으로 하였을 때 우측 신장결석 치료 시 우측 신장의 흡수선량은 14.818, 14.476mGy, 좌측 신장은 126.262, 73.485mGy, 방광은 0.309, 0.381mGy, 간은 3.229, 3.899mGy였다. 이에 조직가중치를 적용하여 유효선량을 환산하였는데, 우측 신장은 0.370, 0.361mSv, 좌측 신장은 3.156, 1.837mSv, 방광은 0.015, 0.019mSv, 간은 0.161, 0.194mSv로 측정되었다 [Table 3].

Table 3. Measurement of radiation dose to left renal stone treatment

측정 위치	투시시간 [min]	흡수선량 [mGy]	조직가중치 [ICRP 60]	유효선량 [mSv]
우측 신장	5	5.376 / 4.506	0.025	0.134 / 0.112
	10	14.818 / 14.476		0.370 / 0.361
좌측 신장	5	52.143 / 36.676	0.025	1.303 / 0.916
	10	126.262 / 73.485		3.156 / 1.837
방광	5	0.208 / 0.231	0.05	0.010 / 0.011
	10	0.309 / 0.381		0.015 / 0.019
간	5	1.781 / 1.892	0.05	0.089 / 0.094
	10	3.229 / 3.899		0.161 / 0.194

2.3 하부 요관결석 치료 시

투시 시간이 5분일 때 우측 신장의 흡수선량은 0.200, 0.348mGy, 좌측 신장은 0.266, 0.507mGy, 방광은 45.005, 40.520mGy였다. 조직가중치를 적용한 유효선량은, 우측 신장은 0.005, 0.008mSv, 좌측 신장은 0.006, 0.012mSv, 방광은 2.250, 2.026mSv로 측정되었다. 투시 시간을 10분으로 하였을 때 우측 신장 결석 치료 시 우측 신장의 흡수선량은 0.272, 0.481mGy, 좌측 신장은 0.395, 0.959mGy, 방광은 88.732, 83.753mGy였다. 이에 조직가중치를 적용하여 유효선량을 환산하였는데, 우측 신장은 0.006, 0.012mSv, 좌측 신장은 0.009, 0.023mSv, 방광은 4.436, 4.187mSv로 측정되었다 [Table 4].

Table 4. Measurement of radiation dose to lower ureter stone treatment

측정 위치	투시시간 [min]	흡수선량 [mGy]	조직가중치 [ICRP 60]	유효선량 [mSv]
우측 신장	5	0.200 / 0.348	0.025	0.005 / 0.008
	10	0.272 / 0.481		0.006 / 0.012
좌측 신장	5	0.266 / 0.507	0.025	0.006 / 0.012
	10	0.395 / 0.959		0.009 / 0.023
방광	5	45.005 / 40.520	0.05	2.250 / 2.026
	10	88.732 / 83.753		4.436 / 4.187

3. 투시 시간과 관련인자의 상관 분석

본 연구에서 체외충격파쇄석술 시 투시 시간과 관련인자와의 관계를 평가하였다. 첫째는 진통제 투여한 환자와 투여하지 않은 환자의 투시 시간을 독립 표본 T-test로 비교하였는데, 통계적으로 유의한 차이가 없었다(P>0.05). 두번째는 요로 결석의 크기가 클 경우 투시 시간이 증가하는지를 비교하였다. 10mm 이하의 결석과 10mm 이상의 결석을 Pearson 상관계수로 비교하였는데, 통계적으로 유의한 차이가 없었다(P>0.05). 세번째는 시술 횟수가 증가 할수록 투시시간이 증가하는

지를 Pearson 상관계수로 비교하였는데, 통계적으로 유의한 차이가 있었다(P<0.05). 투시 시간은 시술 횟수가 많을수록 증가하였고, 결석의 크기와 진통제 투여 여부는 투시 시간 증가에 중요한 요소가 되지 못했다[Table 5].

Table 5. Fluoroscopy time according to the risk factors

Risk factor	Fluoroscopy time		p-value
	mean ± SD(sec)		
pain control★	Additional pain control (n=13)	585.76 ± 149.01	0.150
	NO Additional pain control (n=42)	561.14 ± 159.51	
ston size★	> 10mm(n=8)	840.68 ± 516.61	0.531
	<10mm(n=47)	1075.35 ± 557.41	
시술횟수★	1회(n=28)	566.06 ± 249.90	0.000
	2회(n=15)	1192.86 ± 252.10	
	3회(n=9)	1538.66 ± 353.43	
	4회(n=3)	1979.66 ± 465.41	

SD : standard deviation, ☆: 독립표본 T-test, ★: Pearson 상관계수

IV. 고 찰

전리 방사선의 피폭을 차지하는 것은 대부분 의료용이며[4], 방사선 피폭량은 대부분이 소량으로 인한 신체 장애 및 유전자 장애에 대한 명확하게 증명된 경우는 아직 미비하고 이에 대한 역치(Threshold)의 유무에 대하여도 논란이 많다[5][6].

전리방사선의 생물학적인 효과는 크게 확정적 효과(deterministic effect)와 확률적 효과(stochastic effect)로 분류된다. 국제방사선방호위원회(International commission on radiological protection, ICRP)에서는 성인으로서 50m Sv 이하의 선량에 피폭한 집단에서는 통계적으로 의미 있는 암의 증가는 나타나지 않는 것으로 알려져 있다. 태아, 어린이, 청소년기에는 위험이 위 평균 수준 보다 약간(2~3배) 높은 것으로 60세 이상에서는 약 1/5 정도로 낮을 것으로 보고하고 있다.

개인적인 위험은 이론적으로 계산된 평균과 다를 수 있지만, 많은 개인은 진단의료 과정에서 누적된 방사선량이 매우 적다. 그러나 일부 환자들의 누적 선량은 상대적으로 높아서 50mSv 혹은 그 이상에 이르므로 암 위험을 신중하게 고려해야 하는 것으로 보고하고 있다 [7].

hanussy[8] 등이 X선 투시를 이용한 체외충격파쇄석술을 요석결석의 치료에 임상적으로 이용하기 시작하면서 비침습성과 높은 치료 성공률 때문에 요로결석에 대한 일차적인 치료방법으로 시행되고 있다.

체외충격파쇄석술에서는 표준장치에 따라 X선 투시를 이용한 방법과 초음파를 이용한 방법으로 나눌 수 있는데 X선 투시를 이용한 체외충격파쇄석술은 환자에게 방사선 노출의 위험성이 있고 실시간으로 치료의 전 과정을 볼 수 없으며, 크기가 작거나 방사선 투과성 결석을 조준할 수 없다는 단점을 가지고 있음에도 불구하고 조준의 용이성 때문에 널리 이용되고 있다.

본 연구에서 측정된 1회 체외충격파쇄석술 시 피폭 시간의 평균값은 533초(248~2516)이며, 이것은 Sandilos[9] 등이 보고한 204초(90~372)와 Perisinakis[10] 등이 보고한 108초보다도 피폭 시간이 길게 나타났으며, Vanswearingen[11] 등이 보고한 162초와 Huda[12] 등이 보고한 186초, Bush[13] 등이 보고한 271초(81~694) 보다도 조사시간이 많은 것으로 나타났다.

체외충격파쇄석술 시 환자들에게 가해지는 피폭량을 측정하여 방사선 방어의 입장에서 볼 때 개인의 피폭선량을 여건이 허용하는 한 최소한도로 줄여야 하는 당위성이 있어야 한다. 그러나 김병훈[14] 등이 보고한 위치와 크기별로 구분한 시술자에 따른 횟수 당 배석물의 차이도 모두 가장 긴 투시시간을 사용한 시술자들에서 최상의 결과를 보고 하였는데, 이는 긴 투시 시간을 사용할 때 수시로 결석의 위치와 크기를 정확하게 맞출 수 있기 때문에 성공적 쇄석술을 위해 가장 중요한 요소이지만, 이에 따른 피폭량은 증가를 나타내는 것이다.

본 연구에서 측정된 1회 체외충격파쇄석술 시 환자에게 가해지는 주요 장기 선량은 평균 투시 시간 533초를 기준으로 우측 신장결석 치료 시 우측 신장의 평균값은

2.458mSv, 좌측 신장은 0.152mSv, 간은 1.404mSv, 방광은 0.019mSv로 유효선량이 측정 되었으며, 좌측 신장결석 치료 시 좌측 신장의 평균값은 2.496mSv, 우측 신장은 0.252mSv, 간은 0.178mSv, 방광은 0.017mSv로 측정되었고, 하부 요관결석 치료 시 방광에서의 평균값은 3.742mSv, 우측 신장은 0.009mSv, 좌측 신장은 0.01mSv로 유효선량이 측정되었다.

이는 Perisinakis[10] 등은 단순요로촬영(KUB) 1회 촬영 시 방광에서 흡수선량은 0.53mGy, 간에서 0.25mGy, 피부에서 0.08mGy, 뼈에서 0.06mGy였으며, 남자환자 평균 유효선량은 0.14mSv, 여자환자 평균 유효선량은 0.18mSv로 보고하였다. 투시촬영(Fluoroscopy)에서 상부 요관결석 치료 시 방광에서 흡수선량은 분당 0.06mGy, 간에서 분당 4.69mGy, 피부에서 분당 0.57mGy, 뼈에서 분당 0.11mGy였으며, 남자환자 평균 유효선량은 0.98mSv, 여자환자 평균 유효선량은 0.99mSv로 보고하고 있다. 하부 요관결석 치료 시 방광에서 흡수선량은 분당 1.32mGy, 간에서 분당 0.06mGy, 피부에서 분당 0.18mGy, 뼈에서 분당 0.13mGy였으며, 남자환자 평균 유효선량은 0.23mSv, 여자환자 평균 유효선량은 0.71mSv로 보고하였다. KUB에서 측정된 간과 방광의 흡수선량에 조직가중치(간, 방광: 0.05)를 고려하면 0.012mSv와 0.026mSv이었다. 이는 본 연구결과 보다 1/100의 낮은 수치를 보였으며, 투시 촬영에 측정된 간과 방광의 피폭선량 상부 요관결석 치료 시 간에서는 분당 0.208mSv를 보였고, 하부 요관결석 치료 시 방광에서 분당 0.06mSv로 본 연구와 비교하였을 때, 간에서의 유효선량은 비슷한 수치를 나타냈으며, 방광에서의 유효선량은 본 연구보다 낮은 수치로 나타났다. 다른 선행연구 중 Perisinakis[10] 등의 경우 피부에 가해지는 유효선량이 1.63mSv, Huda[12] 등의 경우 0.75mSv, Hoskins[15] 등의 경우 0.95mSv로 본 연구에서 장기에 가해지는 피폭선량과 비슷한 수치로 나타났다.

본 연구에서 1회 체외충격파쇄석술 시술 시 환자에게 가해지는 주요 장기 선량은 평균 투시시간 533초를 기준으로 우측 신장 결석 치료 시 우측 신장의 평균값은 2.458mSv, 우측 신장과 인접하는 간은 1.404mSv로 유효

선량이 측정 되었다. 우측 신장을 조준하여 치료 하였을 때 우측 신장은 2.458mSv로 BF Wall[15] 등이 보고한 일반적인 흉부검사(Chest PA) 0.02mSv의 약 100회 해당하며, 복부검사(Abdomen AP) 0.7mSv의 3.5회 해당한다. 또한, 경정맥 신우조영검사(Intravenous pyelography, IVP) 6매 기준의 2.5mSv와 비슷한 수치를 보였으며. 전산화단층촬영(Computed tomography, CT) 복부 검사 10mSv의 약1/4의 수치로 나타났다. 이는 시술하는 부위 이외의 장기에서는 피폭량이 생각보다 높지 않았으나 우측 신장 인접한 장기인 간에서는 우측 신장 결석 치료 시 평균값은 1.404mSv로 복부검사 2회에 해당하는 피폭량으로 나타났다. 좌측 신장 결석 치료 시 좌측 신장의 평균값은 2.496mSv로 우측 신장 결석 치료 시의 결과와 동일하게 높은 피폭량으로 나타나 이는 하부 요관결석 치료 시 방광에서의 평균값은 3.742mSv로 경정맥 신우조영검사의 1.5배였다.

본 연구의 제한점은 실제 체외충격파쇄석술 시술 시 환자에게 가해지는 피폭량을 직접 측정할 것이 아니고 2차례에 걸쳐 일정한 위치에서 가상의 환자를 대상으로 실제 환자의 기록을 토대로 분당 조사되는 피폭량의 평균치를 구하여 실제 환자에서의 방사선 조사시간을 대입함으로써 간접적으로 측정된 제한점이 있다. 따라서 환자의 신체의 두께나 결석의 위치, 결석의 조준 시 테이블의 높이 등에 차이가 있을 수 있는 점을 고려할 때 실제 환자의 피폭량과는 차이가 있다고 사료된다.

그러나 본 연구에서 사용된 투시 장치는 Modulith SLX-F2 50Kw X-ray system(Storz medical System, Switzerland)으로 9인치 영상 증압기가 장착된 디지털 투시장치로, 동일한 투시 조건하에서는 일정하게 방사선량이 조사되는 기기이다. 모든 환자에게서 동일하게 투시 조건을 투시 관전압 80kVp, 투시 관전류 5mA로 수동 고정된 후에 체외충격파쇄석술을 시행하여 피폭선량의 측정 오차를 최소화 하였다.

체외충격파쇄석술은 요로결석의 치료법으로 많은 병원에서 시행되나 환자에게 가해지는 방사선량에 대한 연구가 국내에서는 미미하다는 점을 고려하면 본 연구가 앞으로의 다른 연구의 기초자료로 활용 될 수 있을 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 2008년 9월부터 2008년 12월까지 신장 및 요관의 결석으로 진단을 받은 총 55명 (남:36명, 여:19명)을 대상으로 투시 관전압 80kVp, 관전류 5mA로 고정하여 인체 모형인 Rando Phantom과 형광유리 선량계를 사용하여 체외충격파쇄석술 시 환자에게 가해지는 방사선 흡수선량을 유효선량으로 환산한 결론은 다음과 같다.

1. 평균연령은 51.3세(24~78)이었고, 결석 크기의 평균값은 신장결석 7.9mm(5~15), 상부 요관결석 6.7mm(5~14), 하부 요관결석 6.4mm(5~14)로 나타났다. 환자 당 평균 시행 횟수는 1.8회(1~4)이었고, 평균 투시시간은 533초(248~2516)로 나타났다.
2. 우측 신장 결석 치료 시 우측 신장의 평균값은 2.458mSv, 좌측 신장은 0.152mSv, 간은 1.404mSv, 방광은 0.019mSv로 유효선량이 측정되었다.
3. 좌측 신장 결석 치료 시 좌측 신장의 평균값은 2.496mSv, 우측 신장은 0.252mSv, 간은 0.178mSv, 방광은 0.017mSv로 유효선량이 측정되었다.
4. 하부 요관결석 치료 시 방광에서의 평균값은 3.742mSv, 우측 신장은 0.009mSv, 좌측 신장은 0.01mSv로 유효선량이 측정되었다.
5. 투시 시간과 관련이 있는 진통제 투여 여부와 결석의 크기에서는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($P>0.05$), 시술 횟수와 투시 시간의 Pearson 상관계수에서는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($P<0.05$).

본 연구 결과 비뇨기계에서 실시되는 체외충격파쇄석술 시 치료 부위의 장기는 수시로 결석의 위치와 크기를 정확하게 맞추기 위해 피폭선량이 증가 되었지만 인접한 다른 장기의 피폭선량은 미약한 것으로 나타났다. 그러나 체외충격파쇄석술은 반복되는 시술로 방사선 피폭선량이 증가되므로 줄이는 방안으로는 전문지식과 투시 시간을 줄이는 시술자의 전문성이 필요하다

고 생각된다.

따라서 향후 비뇨기계의 체외충격파쇄석술 실시에 있어서 적절한 투시 시간 설정이 요구되며, 체외충격파쇄석기를 취급하는 시술자에 대한 지속적인 교육과 피폭선량을 관리 할 수 있는 전문의나 방사선사를 통해서 효율적인 방어와 피폭선량을 줄이는데 필요한 연구의 기초 자료로 활용될 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] 정일형, 양대열, 김하영, “초음파 조준장치를 이용한 중부요관 결석의 정위치 체외충격파쇄석술”, 대한비뇨기과학지, 제44권, 제2호, pp.134-138, 2003.
- [2] R. F. Bury, “Radiation hazards in urological practice,” BJU Int 89, pp.505-509, 2002.
- [3] Recommendation of the international commission on radiological protection, *National commission on radiological protection and measurement report 60*, Pergamon, Oxford, pp.1-3, 1991.
- [4] Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedure. *National commission on radiological protection and measurement report 85*, Pergamon, Oxford, pp.1-48, 2000.
- [5] F. M. Edwards, “Dose response models and methods of risk prediction and causation estimation,” *Seminars in Nuclear Medicine* 16, pp.118-130, 1987.
- [6] E. R. Ritenour, “Health effects of low level radiation: carcinogenesis, teratogenesis and mutagenesis,” *Seminars in Nuclear Medicine* 16, pp.106-107, 1986.
- [7] Radiation and your patient a guide for medical practitioners, *National commission on radiological protection and measurement report 85*, Pergamon, Oxford, pp.9-1, 2001.
- [8] C. Haussy, E. Schmiedt, D. Jocham, W. Brendel,

B. Forssmann, *Extracorporeally induced destruction of kidney stones by shock waves*, Lancet, pp.1265-1268, 1980.

- [9] P. Sandilos, I. Tsalafoutas, G. Koutsokalis, and P. Karaiskos, "Radiation doses to patients from extracorporeal shock wave lithotripsy," Health phys, Vol.90, No.6, pp.583-587, 2006.
- [10] K. Perisinakis, J. Damilakis, P. Anezinis, I. Tzagaraki, and H. Varveris, "Assessment of patient effective radiation dose and associated radiogenic risk from extracorporeal shock wave lithotripsy," Health Phys, Vol.83, No.6, pp.947-853, 2002.
- [11] F. L. Vanswearingen, D. L. McCullough, R. Dyer, and B. Appel, "Radiation exposure to patients during extracorporeal shock wave lithotripsy," J Urol 138, pp.18-20, 1987.
- [12] W. Huda, J. Bews, and A. P. Saydak, "Radiation doses in extracorporeal shock wave lithotripsy," Br J Radiol 62, pp.921-926, 1989.
- [13] W. H. Bush, D. Jones, and R. P. Gibbons, "Radiation dose to patient and personnel during extracorporeal shock wave lithotripsy," J Urol 138, pp.716-719, 1987.
- [14] 김병훈, 정영철, 장혁수, 박철희, "시술자에 따른 체외충격파쇄석술의 성공률", 대한비뇨기과학지, 제46권, 제3호, pp.270-274, 2005.
- [15] A. Macnamara and P. Hoskins, "Patient radiation dose during lithotripsy," Br J Radiol 72, pp.495-498, 1999.
- [16] B. F. Wall and D. Hart, *Revised radiation dose for typical X-ray examinations*, Br J Radiol, pp.437-439, 1997.

저 자 소 개

문 성 호(Sung-Ho Moon)

정회원



- 2006년 2월 : 한서대학교 방사선학과(방사선학석사)
- 2009년 8월 : 한서대학교 방사선학과(방사선학석사)
- 2007년 7월 ~ 현재 : 삼성서울병원 비뇨기과 근무

<관심분야> : 방사선학, 방사선피폭관리, 비뇨기과학

정 홍 량(Hong-Ryang Jung)

정회원



- 1995년 2월 : 단국대학교 행정대학원 보건행정학과(보건학석사)
- 2004년 8월 : 순천향대학교 환경보건학과(보건학박사)
- 1999년 3월 ~ 현재 : 한서대학교 방사선학과 교수

<관심분야> : 방사선학, 보건역학, 의료경영관리

임 청 환(Cheong-Hwan Lim)

정회원



- 1997년 8월 : 단국대학교 행정대학원 보건행정학과(보건학석사)
- 2005년 2월 : 경원대학교 의료경영학과(보건학박사)
- 2001년 3월 ~ 현재 : 한서대학교 방사선학과 교수

<관심분야> : 방사선학, 보건정보, 영상정보학