

신석 환자에서 비조영증강 전산화단층촬영술을 이용한 체외충격파쇄석술의 치료효과 예측

Predicting the Therapeutic Effect of Extracorporeal Shockwave Lithotripsy by Non-enhanced Computed Tomography in Renal Stones

Jung Hoon Kim, Young Tae Moon

From the Department of Urology, College of Medicine, Chung-Ang University, Seoul, Korea

Purpose: To evaluate the value of non-enhanced computed tomography (NECT) as a predictor of renal stone destruction by the use of extracorporeal shock wave lithotripsy (SWL).

Materials and Methods: The study included 34 patients with a renal stone diagnosed by NECT. The stone location and size, body mass index (BMI), Hounsfield units (HU) density, and skin-to-stone distance (SSD) were assessed. The SSD was calculated by averaging three distances from the skin to the stone (at 0°, 45° and 90° angles) on NECT. The HU density was evaluated by measuring three different areas of the stone on NECT. Failure of disintegration was defined as no fragmentation or expulsion of the stone after three sessions of SWL.

Results: Failure of disintegration was observed in 14 patients (41.2%). The mean SSD was 8.70±0.75cm for patients where SWL failed to disintegrate the stone (failure group) versus 6.90±1.19cm for patients where SWL successfully disintegrated the stone (success group) ($p < 0.01$). The mean BMI of the failure group ($26.37 \pm 2.29 \text{ kg/m}^2$) was significantly higher than that of the success group ($23.36 \pm 3.48 \text{ kg/m}^2$) ($p < 0.01$). Stone laterality, size, and HU density were not related to the stone fragmentation rate ($p > 0.05$). By multivariate analysis, SSD was found to independently decrease the stone fragmentation rate of a renal stone ($p = 0.013$; odds ratio = 6.219).

Conclusions: The SSD on NECT and BMI may predict the success of SWL for a renal stone. (Korean J Urol 2008;49:252-256)

Key Words: Tomography, Lithotripsy, Urinary calculi

대한비뇨기과학회지
제 49 권 제 3 호 2008

중앙대학교 의과대학 비뇨기과학교실

김정훈 · 문영태

접수일자 : 2008년 1월 7일
채택일자 : 2008년 2월 4일

교신저자: 문영태
중앙대학교병원 비뇨기과
서울특별시 동작구 흑석동
224-1
☎ 156-861
TEL: 02-6299-1809, 1788
FAX: 02-6294-1406
E-mail: moon13579@hanafos.com

이 논문은 2007년도 중앙대학교 교내 학술연구비 지원에 의한 논문임.

서 론

최근 요석 환자의 치료에 있어, 결석의 위치와 크기 등에 따라 차이가 있긴 하지만 대부분의 경우에 체외충격파쇄석술 (extracorporeal shock wave lithotripsy; ESWL)이 먼저 시도되며, 가장 흔히 사용되고 있는 방법으로 치료효과에 있어서도 좋은 결과를 보이고 있다.¹ 신석의 경우에는 ESWL 외에도 경피적 신쇄석술, 병용 치료법, 관혈적 수술 등 다양한 치료 방법들이 있지만, 다른 부위의 요석과 마찬가지로 ESWL이 안전하고 효과적인 방법으로 현재 널리 이용되고

있으며 특히 크기가 2cm 미만인 경우 위치에 상관없이 최선의 치료 방법으로 보고되고 있다.²

ESWL을 이용한 치료 기전은 우선 신석이 충격파에 의해 부서지고, 이후에 부서진 신석 조각들이 지속적으로 소변과 함께 체외로 배출되는 과정으로 이루어진다. 이러한 과정에서 요석의 위치나 크기뿐만 아니라 요석 주변 조직의 상태나 요로계의 해부학적 이상, ESWL의 정확도, 피하조직의 두께, 소변량 등 다양한 요소들이 요석의 파쇄 및 체외 배출에 영향을 미친다고 알려져 있다.³⁻⁵

비조영증강 전산화단층촬영술 (non-enhanced computed tomography; NECT)은 요석의 진단에 있어 전통적 방법인

배설성요조영술에 비해 신속하고 안전하며, 높은 정확도와 짧은 검사시간 등의 장점을 가지고, 요석의 진단 외에 복강 내 다른 장기의 질환도 동시에 파악할 수 있는 유용한 영상진단 방법이다.⁶ 또한, NECT는 요석의 위치, 크기, 수, 모양과 함께 방사선 투과성 요석의 발견, 주변 조직의 상태, 요로의 해부학적 이상, Hounsfield units (HU), 피부-요석 간 거리 (skin-to-stone distance; SSD) 등, 다른 검사 방법으로는 얻을 수 없는 다양하고 유용한 정보를 제공한다. 최근 들어 이와 같은 방사선학적 소견들과 ESWL 치료 효과의 연관성에 관한 많은 연구가 시도되고 있다.⁷⁻¹⁰ 이에 저자들은 NECT를 통해 얻어진 영상 정보가 ESWL의 치료효과를 예측하는데 어떠한 도움을 주는가에 대해 알아보려고 하였다.

대상 및 방법

2006년 1월부터 2007년 5월까지 NECT를 이용하여 신석을 진단 받고, ESWL을 시행한 34명의 환자를 대상으로 하였다. 방광석이나 요관석 등 다른 부위의 요석이 발견된 경우나 수신증, 요관 협착, 신경인성 방광과 같은 요로계의 해부학적, 기능적 이상이 있는 경우는 제외하였고, 타 장기 질환이 발견된 경우도 연구에서 제외하였다. 환자의 성별, 연령, 체질량지수 (body mass index; BMI)를 조사하였고, 이와 함께 요석의 위치 및 크기, HU, SSD를 측정하였다.

BMI는 환자의 신장과 체중을 조사하여 동양인에게 적합한 WPRO의 분류 기준에 따라 비(非)비만군 ($BMI < 25\text{kg/m}^2$)과 비만군 ($BMI \geq 25\text{kg/m}^2$)으로 구분하였으며, 요석의 위치는 좌측과 우측으로 구분하여 ESWL의 치료효과를 비교, 분석하였다.

ESWL은 프랑스 EDAP Technomed사의 Sonolith Praktis 기종으로 시행하였고, 충격파의 발사 빈도는 초당 2회로 고정하였고, 발사 강도는 환자의 통증에 따라 60-80% 내에서 조절하였으며, 발사 횟수는 2,500-3,000회 정도로 유지하여 ESWL을 시행하였다.

NECT (16-channel Light-Speed CT scanner, General Electronic, Milwaukee, USA)의 촬영은 에너지를 120kV, 300mA로 하였으며, 촬영 시 단면 간격은 3.75mm로 정하였다.

요석의 HU는 NECT에서 요석이 관찰되는 단면 중 요석이 가장 크게 보이는 단면을 선택하여, 요석음영 내부에 2mm 지름의 원 (region of interest; ROI)을 그려 각기 다른 세 부위에서 측정하였으며, 이들의 평균값으로 구하였다. NECT 영상에서 환자의 SSD 값은 요석이 가장 크게 보이는 단면에서 피부부터 요석의 중심부까지의 거리를 0°, 45°, 90° 각도로 측정한 후 이 값들의 평균값으로 정의하였다 (Fig. 1).

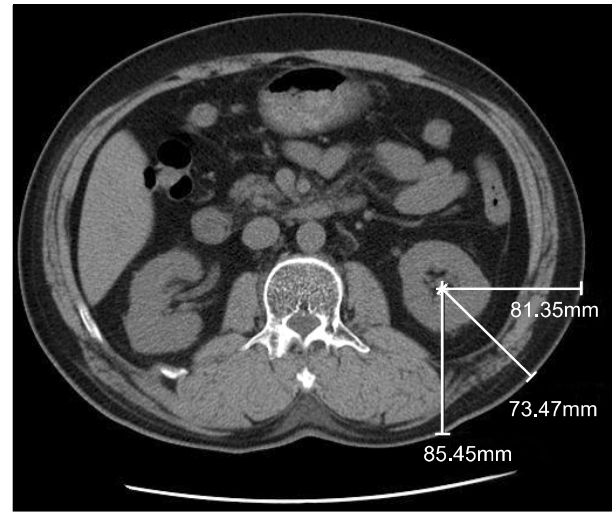


Fig. 1. The measurement of skin-to-stone distance at 0°, 45°, and 90° on an axial scan of non-enhanced computed tomography.

ESWL의 성공 기준은 치료 후 결석이 완전 배출되었거나, 4mm 이하의 잔석이 남았을 경우로 정하였다. ESWL의 실패는 1개월 간격으로 3회의 ESWL을 시행한 뒤, 1개월 후 촬영한 단순복부촬영 영상이나 초음파 영상에서 요석의 크기나 모양에 변화가 없고, 소변을 통한 요석의 배출이 전혀 관찰되지 않는 경우로 정의하였고, 각각의 측정치들은 ESWL이 성공한 군과 실패한 군으로 나누어서 그 차이를 비교 분석하였다.

통계처리는 ESWL이 성공한 군과 실패한 군의 결과를 Student's t-test를 이용하여 분석하였고, 실패한 군에서는 성별, BMI, 요석의 위치, HU 및 SSD의 값에 따른 차이를 chi-square test로 비교, 분석하였다. 각 측정 인자들과 체외충격파쇄석술의 성공 간의 연관성을 보기 위해 logistic regression analysis를 통해 다변량 분석을 시행하였으며, p값이 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 평가하였다.

결 과

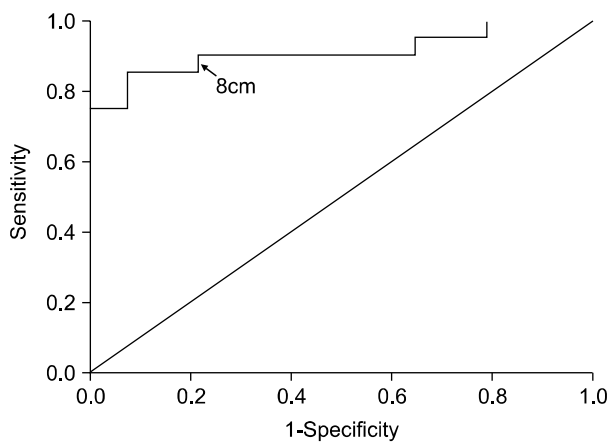
대상 환자의 연령은 18-86세로 평균 59.24 ± 15.20 세였고, 남자 18명, 여자 16명으로 남녀비율이 1.13:1이었으며, 요석의 평균크기는 $10.76 \pm 6.14\text{mm}$ (5-27)였다. 환자 34명 중 ESWL이 성공한 군은 20명 (58.8%)이며, 실패한 군은 14명 (41.2%)이었다.

각 군의 평균 연령은 성공한 군이 56.95 ± 16.79 세이며, 실패한 군이 62.50 ± 12.46 세로 두 군에서 통계학적으로 의미 있는 차이는 없었다 ($p=0.302$). 요석의 크기는 성공한 군에서 $9.50 \pm 6.04\text{mm}$ 이고, 실패한 군에서 $13.21 \pm 7.46\text{mm}$ 였으며, HU는 각각 570.15 ± 339.99 , 783.50 ± 429.79 로 통계학적으로

Table 1. Comparison of characteristics in the ESWL-success group of patients and ESWL-fail group of patients

	Success mean±SD	Failure mean±SD	p-value*
Age (year)	56.95±16.79	62.50±12.46	0.302
BMI (kg/m ²)	23.36±3.48	26.37±2.29	0.008
Hounsfield units (HU)	570.15±339.99	783.50±429.79	0.116
Stone size (mm)	9.50±6.04	13.21±7.46	0.109
SSD (cm)	6.90±1.19	8.70±0.75	<0.001

*: Student's t-test, ESWL: extracorporeal shock wave lithotripsy, BMI: body mass index, SSD: skin-to-stone distance, SD: standard deviation

**Fig. 2.** A receiver operating characteristic curve demonstrating the area under the curve of 0.911. An SSD of 8cm represented the most sensitive (87%) and specific (79%) point on the curve.

유의한 차이가 없었다 ($p > 0.05$) (Table 1).

환자의 BMI는 성공한 군이 $23.36 \pm 3.48 \text{ kg/m}^2$, 실패한 군이 $26.37 \pm 2.29 \text{ kg/m}^2$ 로 두 군 사이에 통계적으로 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.01$). 또한 SSD는 각각 $6.90 \pm 1.19 \text{ cm}$, $8.70 \pm 0.75 \text{ cm}$ 으로 ESWL이 성공한 군보다 실패한 군에서 유의하게 높았다 ($p < 0.001$) (Table 1). SSD를 이용하여 체외충격파쇄석술의 성공 여부에 따라 receiver operating characteristic (ROC) 곡선을 구하였을 때, SSD 8cm에서 민감도 87%, 특이도 79%로 가장 높은 민감도와 특이도를 나타냈다 (Fig. 2).

ESWL 실패율에 관여하는 여러 인자들에 대한 분석에서 성별, 위치, HU와 ESWL 실패율 사이에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다 ($p > 0.05$). 비만군에서 ESWL 실패율은 64.7%로 비비만군 (17.6%)보다 통계적으로 유의하게 높았다 ($p = 0.005$). SSD를 8cm를 기준으로 나누었을 때, 8cm 이상인 경우 ESWL 실패율이 84.6%이고, 8cm 미만인 경우는 14.3%로 8cm 이상인 경우에 통계적으로 유의하게 높은

Table 2. Univariate analysis for categorical variables predicting failure of disintegration by extracorporeal shock wave lithotripsy

	n	No. of failures (%)	p-value*
Gender			0.774
Male	18	7 (38.9)	
Female	16	7 (43.8)	
Obesity			0.005
Not obese	17	3 (17.6)	
Obese	17	11 (64.7)	
Laterality			1.000
Right	17	7 (41.2)	
Left	17	7 (41.2)	
Stone attenuation			0.187
< 1,000 HU	25	9 (36.0)	
≥ 1,000 HU	8	5 (62.5)	
Skin-to-stone distance			< 0.001
< 8cm	21	3 (14.3)	
≥ 8cm	13	11 (84.6)	

*: chi-square test, HU: hounsfield units

Table 3. Multivariate analysis of the ESWL success rate according to the parameters by multiple logistic regression analysis

	Odds ratio	95% confidence interval		p-value*
		Lower	Upper	
Age	0.054	0.935	1.089	0.816
BMI	0.066	0.663	1.708	0.797
Hounsfield units	0.053	0.997	1.003	0.818
Stone size	1.669	0.935	1.387	0.196
SSD	6.219	1.046	1.458	0.013

*: logistic regression analysis, ESWL: extracorporeal shock wave lithotripsy, BMI: body mass index, SSD: skin-to-stone distance

ESWL 실패율을 나타냈다 ($p < 0.001$) (Table 2).

Logistic regression analysis를 이용한 다변량 분석에서 신석의 체외충격파쇄석술 성적에 유의한 영향을 미치는 인자는 SSD인 것으로 나타났다 ($p = 0.013$; odds ratio=6.219). 연령과 BMI, HU, 결석의 크기는 유의한 영향을 미치는 인자가 아니었다 (Table 3).

고 찰

요석을 진단하기 위해 병력 청취, 신체검사, 요검사와 함께 방사선학적 검사를 시행하게 되며, 방사선학적 검사에는 단순복부촬영, 배설성요조영술, 초음파검사, NECT 등이 있다. 단순복부촬영은 요석 진단의 민감도가 낮고, 가스 음영이나 대변, 석회화 등에 의해 요석의 확인이 어려운 검

사 방법이다. 전통적으로 많이 사용하는 검사 방법인 배설성요조영술은 민감도와 특이도가 52-94% 정도로 높은 진단율을 보이는 유용한 방법이지만,¹¹ 조영제 부작용, 진저치, 금식, 긴 검사시간 등의 제한점이 있다. 초음파검사는 방사선 노출과 조영제 노출이 없고 91%의 민감도를 가진다는 장점이 있어 임신부나 소아에서 요석을 진단하는 데 일차적인 검사방법으로 사용하고 있지만, 비만 환자와 중부 요관석이 있는 환자에서는 효과적이지 못한 검사 방법이다.¹²

NECT는 요석을 진단함에 있어 가장 정확한 검사 방법이다.¹³ NECT는 배설성 요조영술에 비해 검사 시간이 짧고, 진저치가 필요 없을 뿐만 아니라 방사선 투과성 요석을 쉽게 진단할 수 있고, 장음영에 가려 진단이 어려운 경우도 없으며, 조영제를 사용하지 않고도 정확한 진단이 가능하다.^{7,14,15} 또한 NECT는 급성신우신염, 신세포암, 중북 요관, 신우요관이행부폐색 등 요로계 질환의 진단이 동시에 가능할 뿐 아니라, 요석과 감별 진단이 필요한 자궁부속기 종양, 급성충수돌기염, 대장계실염, 회장염, 담석, 담낭염 등의 비요로계 질환까지 확인이 가능한 검사 방법이다.¹⁶

최근 NECT는 요석의 진단뿐만 아니라 다양한 측정 인자를 통해 ESWL의 치료효과를 예측하기 위한 연구가 시도되고 있다. HU는 NECT를 통해 요석의 밀도를 객관적으로 수치화하여 얻어진 값으로 요석의 성분을 예측하는 데 유용하며 특히 요산석의 감별에는 높은 선별력을 가진다.⁸ 또한 HU는 ESWL의 치료효과를 예측하는 데 도움을 줄 수 있다는 보고가 있다.¹⁷ Chae와 Lee⁹는 NECT를 통해 요석을 진단 받고 ESWL을 시행한 72명을 대상으로 한 연구에서 ESWL에 반응이 있는 환자군의 HU 평균값(529.7 ± 168.2)이 반응 없는 환자군의 HU 평균값(814 ± 116.6)에 비해 통계학적으로 의미 있게 낮아 ($p < 0.05$) 요석의 HU를 이용하여 ESWL의 치료효과를 예측할 수 있다고 주장하였다. 반면, El-Nahas 등⁷은 ESWL이 성공한 군의 HU의 평균값이 709.8 ± 188 이었고, 실패한 군이 776.6 ± 208 로 두 군 사이에 유의한 차이는 없었지만, 1,000HU를 기준으로 분류하였을 때, HU가 높은 집단에서 치료 실패 확률이 유의하게 높다고 ($p = 0.012$) 보고하였다. 본 연구에서는 ESWL 치료가 성공한 군과 실패한 군을 비교하였을 때, 두 군 간의 HU 평균값이 각각 570.15 ± 339.99 와 783.50 ± 429.79 로 통계적으로 의미 있는 차이가 없었고, 1,000HU를 기준으로 분류하였을 때에도 HU값에 따른 ESWL 실패율에는 유의한 차이를 보이지 않았다. 이는 앞에서 설명한 연구 결과와 상반되는 것으로, HU를 측정하는 방법이나 선택기 기종에 따른 차이 등의 요인에 의해 다른 결과가 나온 것으로 추정된다. 특히 HU의 경우, 동일한 신석에서도 측정하는 부위와 ROI의 크기에 따라 큰 차이를 보였으며, HU를 정확하게 측정하기 위한

표준화된 방법이 없어 측정값에 오류가 발생할 수 있다는 문제점이 있다.

Pareek 등¹⁸은 ESWL 시행 후 잔석이 남은 군에서 잔석이 남지 않은 군보다 환자의 BMI가 통계적으로 유의하게 높다고 보고하였다. 저자들은 ESWL 3회 시행 후 요석 분쇄 유무에 따라 비교하였다. 그 결과 ESWL 치료에 실패한 환자가 성공한 환자보다 BMI가 통계적으로 유의하게 높았으며, 비비만 환자보다 비만 환자에서 ESWL의 실패율이 유의하게 높았다. 이는 비만이 ESWL에 의한 요석 분쇄효과를 떨어뜨리고, 결과적으로 요석의 완치율(stone free rate)을 감소시킬 수 있다는 것을 의미한다. 또한 비만이 요석 발생에 미치는 영향과 본 연구에서 HU의 결과를 미루어 볼 때 비만에서 요석 분쇄효과의 감소는 요석 성분보다는 환자의 체형 및 충격파의 물리학적 특성에 의한 것으로 생각한다.

ESWL 치료 시 피부에서 요석까지의 거리가 요석에 전달되는 충격파의 강도에 영향을 미칠 것이라는 생각을 기초로 하여 NECT를 통해 측정한 SSD와 ESWL의 치료 효과에 관한 연구가 활발하다. SSD는 NECT에서 촬영한 복부 단면 영상에서 피부부터 요석 중심부까지의 거리로, 측정이 비교적 간편하며 같은 요석에서 여러 번 측정해도 그 값의 변화가 적고 일정한 값을 가진다는 장점이 있다. Pareek 등¹⁰은 NECT로 요석을 진단 받은 후 ESWL을 시행한 64명의 환자를 대상으로 ESWL 후 요석의 완치 여부에 따라 비교하였을 때, 완치된 환자의 SSD가 잔석이 남은 환자의 SSD보다 유의하게 낮은 값을 가지며 ($p < 0.01$), SSD가 10cm를 기준으로 10cm 이상일 경우에 ESWL 치료효과가 현저히 떨어진다고 주장하였다. 또 다른 연구에서도 ESWL 성공한 군에서 실패한 군보다 통계적으로 의미 있게 낮은 SSD 평균값을 가진다고 보고하였다 ($p < 0.05$).⁷ 본 연구에서도 ESWL 치료에 성공한 군의 SSD가 실패한 군의 SSD보다 통계적으로 유의하게 낮았다 ($p < 0.001$).

저자들은 SSD에 따른 ESWL 치료 효과의 분석을 위해 ROC 곡선을 구하였고, 그 결과 SSD 8cm에서 가장 높은 민감도(87%)와 특이도(79%)를 나타냈고, 8cm를 기준으로 하여 ESWL 치료 효과를 분석하였을 때, SSD 8cm 미만의 환자에서 ESWL 실패 확률이 낮았고, 8cm 이상인 환자의 ESWL 실패 확률이 통계적으로 유의하게 높았다. 이것은 앞에서 언급한 다른 연구의 SSD(10cm)보다 낮은 값을 가지는 결과이며, 동양인이 서양인에 비해 체구가 작고, 비만이 적으며, 복벽의 두께가 더 얇기 때문에 발생하는 차이라고 생각한다.

신석과 요관석 환자를 대상으로 한 다른 연구는 SSD와 ESWL 치료 효과 사이에 통계적으로 유의한 관련성이 없다고 보고하였다.¹⁹ 하지만, 요관석의 경우에는 결석 분쇄 효

과가 SSD 외에 결석의 매복 정도나 장내 가스, 골반뼈 등에 의해서 영향을 많이 받는다는 단점이 있다. 본 연구에서는 요관석을 제외한 신석 환자들만 대상으로 하였기 때문에 ESWL 치료 효과에 대한 SSD의 영향을 분석하기에 더 적합하다고 생각한다.

결 론

이상의 결과에 비추어볼 때, BMI를 이용하여 측정하는 환자의 비만도가 ESWL의 실패에 영향을 미치는 요인으로 작용할 것으로 판단된다. 또한, NECT에서 측정한 SSD는 BMI와 더불어 ESWL의 치료효과에 영향을 미칠 수 있는 중요한 인자라고 생각한다.

REFERENCES

1. Paik ML, Resnick MI. Is there a role for open stone surgery? *Urol Clin North Am* 2000;27:323-31
2. Wilson WJ, Preminger GM. Extracorporeal shock wave lithotripsy. An update. *Urol Clin North Am* 1990;17:231-42
3. Singal RK, Denstedt JD. Contemporary management of ureteral stones. *Urol Clin North Am* 1997;24:59-70
4. Politis G, Griffith DP. ESWL. Stone-free efficacy based upon stone size and location. *World J Urol* 1987;5:225-8
5. Kim KH, Kim DG, Lee KS, Seo YJ. The factors affecting stone clearance after shock wave lithotripsy for lower calyceal stones. *Korean J Urol* 2003;44:628-32
6. Yilmaz S, Sindel T, Arslan G, Ozkaynak C, Karaali K, Kabaalioglu A, et al. Renal colic: comparison of spiral CT, US and IVU in the detection of ureteral calculi. *Eur Radiol* 1998;8: 212-7
7. El-Nahas AR, El-Assmy AM, Mansour O, Sheir KZ. A prospective multivariate analysis of factors predicting stone disintegration by extracorporeal shock wave lithotripsy: the value of high-resolution noncontrast computed tomography. *Eur Urol* 2007;51:1688-93
8. Park SY, Hong JH, Jeon SS. Predicting the composition of urinary stone by non-enhanced spiral computed tomography. *Korean J Urol* 2006;47:717-21
9. Chae HS, Lee SH. Hounsfield units of urinary calculi as a predictor of the therapeutic effect of extracorporeal shockwave lithotripsy. *Korean J Urol* 2006;47:70-4
10. Pareek G, Hedican SP, Lee FT Jr, Nakada SY. Shock wave lithotripsy success determined by skin-to-stone distance on computed tomography. *Urology* 2005;66:941-4
11. Miller OF, Rineer SK, Reichard SR, Buckley RG, Dnovan MS, Graham IR, et al. Prospective comparison of unenhanced spiral computed tomography and intravenous urogram in the evaluation of acute flank pain. *Urology* 1998;52:982-7
12. Kim HS, Jang SW, Jeong YB, Kim YG, Kim JS. The usefulness of unenhanced helical computerized tomography in patients with urinary calculi. *Korean J Urol* 2003;44:796-800
13. Dalla-Palma L, Pozzi-Mucelli R, Stacul F. Present-day imaging in patients with renal colic. *Eur Radiol* 2001;11:4-17
14. Dalrymple NC, Verga M, Anderson KR, Bove P, Covey AM, Rosenfield AT, et al. The value of unenhanced helical computerized tomography in the management of acute flank pain. *J Urol* 1998;159:735-40
15. Smith RC, Rosenfield AT, Choe KA, Essenmacher KR, Verga M, Glickman MG, et al. Acute flank pain: comparison of non-contrast-enhanced CT and intravenous urography. *Radiology* 1995;194:789-94
16. Ahn SS, Lee SH, Kang I. The value of non-enhanced spiral CT in the diagnosis of suspected urolithiasis. *Korean J Urol* 2002;43:1008-13
17. Pareek G, Armenakas NA, Fracchia JA. Hounsfield units on computerized tomography predict stone-free rates after extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* 2003;169:1679-81
18. Pareek G, Armenakas NA, Panagopoulos G, Bruno JJ, Fracchia JA. Extracorporeal shock wave lithotripsy success based on body mass index and Hounsfield units. *Urology* 2005; 65:33-6
19. Choi HS, Son KC, Oh KJ, Kwon DD, Park K, Ryu SB. The meaning of computed tomography in extracorporeal shock wave lithotripsy treatment: predicting factors of failure. *Korean J Urol* 2007;48(Suppl 2):188, abstract 123