

# 상부 및 중부요관결석의 치료: Holmium: YAG Laser를 이용한 반강성 요관경하배석술과 체외충격파쇄석술의 비교

## Treatment of Upper and Mid Ureter Stones: Comparison of Semirigid Ureteroscopic Lithotripsy with Holmium: YAG Laser and Shock Wave Lithotripsy

Yong Uk Kwon, Sang Ik Lee, Tae Yoong Jeong

From the Department of Urology, College of Medicine, Kwandong University, Goyang, Korea

**Purpose:** To compare the success rates, complications and cost effectiveness of extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) and ureteroscopic lithotripsy (URS) using a Holmium: YAG laser to establish the more effective treatment for upper and mid ureter stones.

**Materials and Methods:** This retrospective study included 83 and 286 patients treated with URS and ESWL, respectively, for upper and mid ureter stones. URS was performed with a 7.5Fr semi-rigid ureterorenoscope and Holmium: YAG laser. ESWL was performed with Stonelith V.5 (PCK, Turkey). The stone sizes, success rates, postoperative complications and cost effectiveness were analyzed for each group.

**Results:** The overall success rates of the URS and ESWL were 97.6 and 82.5%, respectively. Success rates of URS were 98.4 and 95.2% when the stones were smaller and larger than 10mm, respectively. In the ESWL group, the success rates after the third session were 86.3 and 65.4% with stones smaller and larger than 10mm, respectively. The complication rates associated with URS and ESWL were 6 and 4.2%, respectively. The average cost of URS was lower than that of ESWL.

**Conclusions:** In our study, URS with Holmium: YAG laser was more efficacious than ESWL. Considering both the success rate and cost effectiveness, URS should remain the recommended first-line treatment for upper and mid ureter stones. (Korean J Urol 2007;48:171-175)

**Key Words:** Ureter stone, Extracorporeal shockwave lithotripsy, Ureteroscopy, Holmium

대한비뇨기과학회지  
제 48 권 제 2 호 2007

관동대학교 의과대학 비뇨기과학교실

권용욱 · 이상익 · 정태웅

접수일자 : 2006년 8월 24일  
채택일자 : 2007년 1월 4일

교신저자: 정태웅  
관동대학교 의과대학  
명지병원 비뇨기과  
경기도 고양시 덕양구 화정동  
697-24  
☎ 412-270  
TEL: 031-979-5105  
FAX: 031-814-5312  
E-mail: urojeong@kwandong.ac.kr

### 서론

체외충격파쇄석술은 1980년대 Chaussy 등<sup>1</sup>이 임상에 처음 도입한 이래 비침습적인 치료방법으로 신장 및 상부요관결석에서 주로 시행하였으며 이후 중부요관결석에도 적용하여 시행하였다. 한편 요관경은 1980년 Perez-Castro와 Martinez-Pineiro<sup>2</sup>가 처음 요관결석의 제거에 성공한 이후 하부요관결석의 제거에 주로 이용되어 왔으며 최근 기구와 술기의 발달로 상부 및 중부요관결석의 치료에도 범위를 확대하고 있다. Holmium: YAG laser는 최근 많은 의료분야

에 이용되고 있는 다목적 레이저로 1995년도에 요석의 치료에 처음 이용된 이래 뛰어난 쇄석 효과와 적은 부작용 등으로 요석의 치료로서 매우 유용한 치료법으로 인정받고 있다. 이런 체내쇄석기 등의 개발로 인해 요관경하배석술의 성공률이 점차 증가하면서 상부 및 중부요관결석의 치료에 체외충격파쇄석술보다 요관경하배석술이 점점 많은 비중을 차지하게 되었지만 아직도 비침습적 시술이 장점인 체외충격파쇄석술은 꾸준히 이용되고 있다.

이에 저자들은 2001년 1월부터 2005년 12월까지 본원에 내원한 상부 및 중부요관결석 환자에 대한 체외충격파쇄석술과 Holmium: YAG laser를 이용한 요관경하배석술의 치료

성적과 합병증 및 비용적인 측면을 비교하여 적절한 치료 방법을 결정하는 데 도움을 주고자 하였다.

### 대상 및 방법

2001년 1월부터 2005년 12월까지 상부 및 중부요관석으로 체외충격파쇄석술을 시행한 286례와 Holmium: YAG laser를 사용하여 반강성 요관경하배석술을 시행한 83례를 대상으로 후향적 분석을 하여 요석의 크기에 따른 성공률과 합병증 및 비용 등에 대해서 분석하였다. 시술의 선택은 환자에게 각 시술의 방법 및 장, 단점 등을 충분히 설명한 후 환자 본인이 원하는 시술을 선택하도록 하였다. 요관경하배석술을 시행한 83례에서 평균 연령은 45.6세 (21-78), 남녀비는 2.32:1 (58:25), 좌우비는 1.51:1 (50:33), 요석의 평균 크기는 8.52mm였고, 체외충격파쇄석술을 시행한 286례에서 평균 연령은 42.9세 (13-84), 남녀비는 1.15:1 (153:133), 좌우비는 2.17:1 (196:90), 요석의 평균 크기는 7.87mm였다 (Table 1).

상부요관은 신우요관 이행부에서 천골장골결합부 상부까지로, 중부요관은 천골장골결합부 상부에서 천골장골결합부 하부까지로 정의하였으며 요석의 크기는 단순복부촬영, 배설성요조영술 및 초음파검사서 관찰되는 요석의 최대장경을 기준으로 삼았다.

마취는 요관경하배석술 시행군은 전신마취와 척추마취 중 환자의 상태에 따라 적절한 마취방법을 선택하여 시행하였고 체외충격파쇄석술 시행군은 마약성 진통제 (pethidine 25mg or 50mg)을 정주한 후 시행하였다. 시술 전 모든 환자에서 단순복부촬영, 요조영술 또는 복부초음파를 시행하여 요석의 위치, 크기, 신장 및 요관의 상태를 파악하였다.

요관경하배석술은 환자를 복와위에서 마취를 시행한 후 쇄석위를 취하여 요관경을 삽입하여 방광의 이상 여부와 요관구의 상태를 확인하였으며, 반강성 요관경 (7.5Fr)을 통하여 유도철선을 삽입 후 요관경을 요관 내로 진입시켰다.

**Table 1.** The characteristics of the patients and stones

	URS	ESWL
No. of patients	83	286
Mean of age (years)	45.6 (21-78)	42.9 (13-84)
Stone site (left:right)	50:33 (1.51:1)	153:133 (1.15:1)
Sex ratio (male:female)	58:25 (2.32:1)	196:90 (2.17:1)
Mean stone size (mm)	8.52 (7-23)	7.87 (3-25)

URS: ureteroscopic removal of stone, ESWL: extracorporeal shock wave lithotripsy

요관경 시야 내에 요석이 들어오면 stone forcep이나 stone basket을 이용하여 요석을 잡고 Holmium: YAG laser (Trimedyne, Irvine, Omnipulse -MaxTM, USA)를 이용하여 요석을 분쇄 후 제거하였다. 레이저는 365  $\mu$ m end firing fiber를 사용하였으며 energy setting은 0.5-1.0J/pulse, frequency는 5-10Hz로 사용하였다. 잔석이 많이 남거나 요관의 손상, 부종이 의심되는 경우는 수술 후 요관부목을 1-4주간 유치하였다. 체외충격파쇄석술은 Stonelith V.5 (PCK, Turkey)를 사용하였으며 환자를 복와위로 취하게 한 후 방사선 투시하에 초점을 맞추었다. 1회 방전 횟수는 2,000-2,500회로 하였고, 충격파의 세기는 10.0kv에서 시작하여 점차 증가시켜 최대 18.0kv 이하로 시술하였으며 환자의 통증에 따라 적절히 증감하여 조절하였다.

시술의 성공 여부의 판정은 요관경하배석술의 경우 수술 후 시행한 단순 복부촬영에서 요석이 사라진 경우로 하였고 체외충격파쇄석술의 경우 2주 후 방사선학적 검사에서 요석이 사라진 경우와 2mm 이하의 잔석이 있으나 추적조사에서 증상이 없어진 경우로 하였으며 3회 이내 시술로 제거된 경우를 성공으로 간주하였다.

비용산출은 시술에 대한 비용, 입원 및 기타 검사에 드는 비용, 합병증 발생시 드는 비용, 술 후 외래방문검사에 드는 비용, 지정 진료비 등을 모두 포함하였으며 대한병원협회 건강보험 요양급여비용 (2005년 1월)에 근거하여 산출하였다. 요관경하배석술과 체외충격파쇄석술의 성공률을 요석의 크기에 따라 분류하여 비교하였으며 통계학적 검사는 chi-square test를 사용하여  $p < 0.05$ 인 경우를 통계학적으로 유의성 있게 간주하였다.

### 결 과

요관경하배석술의 전체 성공률은 97.6% (81/83)였으며 체외충격파쇄석술 3회 시행 후 누적 성공률은 82.5% (236/286)로 요관경하배석술의 성공률이 체외충격파쇄석술의 성공률에 비해 통계학적으로 유의하게 높았다 ( $p < 0.001$ ). 요관결석의 크기에 따른 성공률을 비교하여 보면 10mm 이하인 요관결석에서의 요관경하배석술의 성공률은 98.4% (61/62)였고 체외충격파쇄석술의 3회 누적 성공률은 86.3% (202/234)로 요관경하배석술의 성공률이 유의하게 높았다 ( $p = 0.007$ ). 또한 크기가 10mm 이상인 요관결석에서의 성공률에서는 체외충격파쇄석술의 3회 누적 성공률이 65.4% (34/52)였고 요관경하배석술의 성공률이 95.2% (20/21)로 역시 요관경하배석술의 성공률이 유의하게 높았다 ( $p = 0.008$ ) (Table 2).

요관경하배석술이 실패한 2례 중 1례는 수술 도중 분쇄

**Table 2.** Success rates of URS and ESWL for upper and mid ureter stones

	URS	ESWL	p-value
Success rate ( $<10\text{mm}$ )			
1st	61/62 (98.4%)	138/234 (58.9%)	$<0.001^*$
2nd	—	185/234 (79.0%)	$<0.001^*$
3rd	—	202/234 (86.3%)	0.007*
Success rate ( $\geq 10\text{mm}$ )			
1st	20/21 (95.2%)	16/52 (30.7%)	$<0.001^*$
2nd	—	27/52 (51.9%)	$<0.001^*$
3rd	—	34/52 (65.4%)	0.008*
Total	81/83 (97.6%)	236/286 (82.5%)	$<0.001^*$

URS: ureteroscopic removal of stone, ESWL: extracorporeal shock wave lithotripsy, \*: success rate of URS was higher than ESWL ( $p<0.05$ )

된 결석의 일부가 신우 내로 이동하여 실패하였고 1례는 요관이 매우 좁아 요관경의 진입이 어려워서 실패하였다. 실패한 2례 모두 요관부목을 설치하였으며 1례에서는 요관부목 제거 후 추적관찰 도중 자연 배출되었고 1례에서는 체외충격파쇄석술을 시행하여 결석을 제거하였다. 체외충격파쇄석술이 실패한 50례에서 14례는 이후 4회 이상 체외충격파쇄석술을 시행하여 제거하였으며 32례에서는 요관결석이 하방으로 이동하여 요관경하배석술을 시행하였고 4례에서는 관혈적 요관절석술을 시행하여 결석을 제거하였다.

시술 후 발생한 합병증에는 48시간 이상 욕안적 혈뇨가 지속되는 경우가 요관경하배석술에서 2례, 48hr 이상 측복통이 지속되는 경우가 요관경하배석술에서 1례, 체외충격파쇄석술에서 4례, 결석로 (steinstrasse)가 발생한 경우가 체외충격파쇄석술에서 8례, 요관손상이 발생한 경우가 요관경하배석술에서 2례로 관찰되었다 (Table 3). 이에 대한 처치로 욕안적 혈뇨와 측복통이 있는 경우는 수액요법 및 항생제요법과 진통제 투여 등 보존적 요법을 사용하여 호전되었고, 체외충격파쇄석술 후 발생한 결석로에서는 요관경하배석술을 시행하여 결석을 제거하였으며, 요관경하배석술 후 요관손상이 발생한 2례에서는 요관부목을 설치한 후 보존적 치료를 하였다. 각 시술에 대한 합병증의 발생률은 통계학적으로 유의한 차이가 없었다 ( $p=0.484$ ).

각 시술에 대한 비용을 비교하여 보면 요관경하배석술에서 총 진료비는 평균 1,267,304원 (996,580-1,426,951)이었으며 환자본인 부담금은 평균 655,450원 (540,276-647,565)이

**Table 3.** Complications of URS and ESWL

	URS	ESWL	p-value
Gross hematuria ( $>48$ hrs)	2	—	
Flank pain ( $>48$ hrs)	1	4	
Steinstrasse	—	8	
Ureteral injury	2	—	
Total	5/83 (6%)	12/286 (4.2%)	0.484*

URS: ureteroscopic removal of stone, ESWL: extracorporeal shock wave lithotripsy, \*: complication rate of URS and ESWL were not significant difference ( $p>0.05$ ).

었다. 체외충격파쇄석술에서 총 진료비는 평균 1,650,278원 (939,374-1,994,003)이었으며 환자본인 부담금은 평균 835,541원 (424,701-1,000,282)으로 요관경하배석술보다 더 많은 비용이 산출되었다. 그러나 체외충격파쇄석술 1회 시행 후 제거된 군에서의 총 진료비는 평균 1,119,719원이었으며 환자본인 부담금은 평균 597,907원으로 요관경하배석술과 비슷한 비용이 산출되었다.

## 고 찰

요관결석의 치료방법으로 과거에는 상부 및 중부요관결석일 경우 체외충격파쇄석술을 선호하는 한편 하부 요관결석일 경우 요관경하배석술을 선호하는 추세였다.<sup>3,4</sup> 그러나 최근에 들어서면서 점차 직경이 작고 연성인 요관경이 개발되어 상부 및 중부요관결석으로의 접근 및 시술이 용이해지고, Holmium: YAG laser와 같은 다양한 체내 쇄석기의 개발과 함께 시술자의 술기도 발달하여 성공률이 증가하고 합병증은 점차 감소하여 상부 및 중부요관결석에서의 요관경하배석술의 사용이 점점 늘어나고 있는 추세이다.<sup>5-7,15,16</sup>

1980년대 도입된 요관경하배석술은 초기에는 13.5Fr 강성요관경을 사용하였고 이후 1991년도에 9Fr 강성요관경이 도입되어 사용되었으며 점차 직경이 작은 요관경이 개발되어 1993년도에는 6Fr와 7.5Fr 강성요관이 도입되면서 점차 성공률이 향상되었다.<sup>9,10</sup> 또한 요관경과 함께 Lithoclast와 같은 체내쇄석기의 개발과 결석 파쇄 시 요관결석의 상부로의 이동을 방지하는 stone cone 등의 개발로 인하여 요관경하배석술의 실패율이 줄어들었으며 최근 광열효과로 돌을 분쇄시키는 Holmium: YAG laser의 도입은 요관점막 손상이나 요관파열과 같은 합병증의 발생을 줄여 요관경하배석술의 사용이 점차 증가하게 되었다.<sup>10,11</sup>

Holmium: YAG laser는 최근 여러 의료분야에 이용되고 있는 다목적 레이저로 CO<sub>2</sub> laser의 절단 능력과 Nd: YAG

laser의 응고능력을 동시에 가지고 있어 요석, 전립선비대증, 표재성 이행세포암, 콘딜로마 등의 치료에 많이 이용되고 있다. Holmium: YAG laser의 가장 큰 특징은 2,100nm 파장의 레이저 에너지가 결석표면의 물을 기화시키는 광열효과(photothermal effect)로 결석을 분쇄하기 때문에 기존의 충격파나 전기 수압파 등에 비해 주변 조직의 손상을 최소화할 수 있고 결석의 성분에 관계없이 모두 분쇄할 수 있다는 점이다. 또한 레이저의 열손상 깊이가 0.5-1mm로 얇기 때문에 fiber 끝을 결석에 접촉시키고 요관점막에서 1mm 이상 간격을 유지시키면서 작동시키면 요관손상을 거의 안 주고 결석을 분쇄시킬 수 있다. 이로 인해 요관경하배석술 시행 시 시술 시간이 단축되고 수술 시야가 확보될 수 있어 시술 후 합병증 발생을 줄일 수 있게 되었다.

요관경하배석술의 성공률은 요석의 크기가 클수록 위치가 상부에 있을수록, 술자의 경험이 부족할수록 성공률이 감소하는 것으로 알려져 있었다.<sup>12</sup> 그러나 Netto Junior 등<sup>6</sup>은 크기에 따른 요관경하배석술의 성공률이 차이가 없다고 주장하였는데, 본 연구에서도 크기에 따른 요관경하배석술의 성공률을 살펴보면 10mm 이하에서 성공률이 98.4% (61/62)였고 10mm 이상에서 성공률이 95.2% (20/21)로 크기에 따른 성공률이 통계학적으로 유의한 차이가 없었다( $p=0.416$ ). 체외충격파쇄석술의 경우 성공률에 영향을 미치는 인자들로 요석의 위치, 크기, 결석이 요관 점막에 매복된 상태, 결석의 모양, 성분, 방사선학적 밀도, 요로감염의 상태 등이 있다.<sup>6,10,13</sup> Wu 등<sup>10</sup>은 상부요관결석에 대한 체외충격파쇄석술의 성공률을 63.9%로 보고하였으며 크기에 따른 성공률이 10mm 이하에서 85.3%, 10mm 이상에서 35.3%로 보고하여 크기가 작은 결석에서의 체외충격파쇄석술의 성공률이 높다고 보고하였다. 본 연구에서도 10mm 이하에서의 성공률이 86.3% (202/234)였으며, 10mm 이상에서의 성공률이 65.4% (34/52)로 통계학적으로 유의한 차이가 관찰되었다( $p < 0.001$ ).

위 결과들을 보면 요관경하배석술은 크기에 따른 성공률의 차이가 통계학적으로 차이가 없는 반면 체외충격파쇄석술은 유의한 차이를 보여 요관결석의 크기가 요관경하배석술보다 체외충격파쇄석술의 성공률에 더 많은 영향을 미치는 것으로 생각한다. 이는 요관결석의 크기가 크더라도 요관경하배석술에서는 Holmium: YAG laser와 같은 체내쇄석기의 사용으로 쉽게 분쇄하여 제거할 수 있기 때문에 크기가 성공률에 크게 영향을 주지 못하는 것으로 생각한다.

요관경하배석술의 경우 초기 합병증으로 출혈, 통증, 요관점막손상, 요로감염, 요관천공 등이 있고 후기 합병증으로는 요관협착, 방광요관역류 등이 발생할 수 있다.<sup>8,14</sup> 특히 Holmium: YAG laser는 연부조직에 대한 효과가 있어 부주

의한 조작 및 시야가 확보되지 않은 상태에서 레이저를 조사할 경우 요관손상이 발생할 위험이 있다. 본 연구에서는 48시간 이상 육안적 혈뇨가 지속되는 경우가 2례, 48시간 이상 즉박통이 지속되는 경우가 1례, 요관손상이 발생하여 요관부목을 삽입한 경우가 2례로 관찰되었으며 모두 수액 및 항생제 요법과 진통제 등 보존적 치료로 해결 가능하였다. 그러나 요관손상이 발생한 2례는 모두 좁아진 요관으로 요관경을 진입시키다가 발생하였으며 Holmium: YAG laser로 인한 합병증은 발생하지 않았다. 체외충격파쇄석술의 경우 48시간 이상 즉박통이 지속되는 경우가 4례에서 발생하였으며 모두 입원하여 보존적 치료로 회복하였고, steinstrasse가 8례에서 발생하여 요관경하배석술로 모두 제거하였다. 각 시술 시 발생한 합병증은 요관경하배석술이 6% (5/83)였으며 체외충격파쇄석술이 4.2% (12/286)로 관찰되었으나 유의한 차이가 없었다. Kwon 등<sup>17</sup>의 연구에서는 요관경하배석술에서 전기수압파쇄석기를 사용하였는데 합병증을 18.1%로 보고하였다. Holmium: YAG laser를 사용한 본 연구에서는 합병증이 6%로 더 적게 나타나는 것으로 보아 체내쇄석기 등의 발달로 합병증이 점차 줄어들고 있다고 볼 수 있겠다. 과거에 요관경하배석술의 합병증이 많이 발생하여 체외충격파쇄석술을 많이 이용해 왔으나<sup>18</sup> 최근 문헌을 보면 Holmium: YAG laser 등의 발달로 합병증이 점차 감소하고 있어 상부 및 중부요관결석의 치료로 요관경하배석술을 선호하고 있는 추세를 볼 수 있다.<sup>17</sup> 비용적인 측면을 보아도 요관경하배석술에서의 평균비용이 체외충격파쇄석술에 비해 더 적게 들었는데 이는 요관경하배석술이 1회에 결석이 제거되는 것에 비해 체외충격파쇄석술은 추가적인 치료가 빈번하며 시술 후 통증 및 결석이 하강할 때 발생하는 통증 등으로 응급실 방문이 많아지기 때문이라고 생각한다.

요관결석의 치료방법을 선택할 때 결석의 위치, 크기, 모양, 성분 등이 중요한 요인으로 작용하지만 이외에도 환자의 전신 상태, 요로감염 여부, 요관상태 등과 함께 환자의 선호도, 경제력, 시간적 여유 등이 중요하게 작용하고 있다.<sup>19,20</sup> 특히 최근에 환자들이 점점 빠른 치료와 합병증이 적은 시술을 요구하고 있어 재치료가 높고 성공률이 낮은 체외충격파쇄석술보다는 1회 시술로 성공률이 높은 요관경하배석술을 선호하고 있다. 체외충격파쇄석술의 경우 입원 및 마취 필요없이 외래에서 시행할 수 있다는 큰 장점이 있었으나 시술 전 진통제 투여만으로는 시술 시행 시 통증이 잘 조절되지 않고 시술 후에도 심한 통증으로 입원하는 사례가 빈번히 있었다. 이에 비해 요관경하배석술은 수술시간 및 입원기간이 점차 줄어들고 있으며, 또한 요관경 발달과 함께 Holmium: YAG laser 등의 체내쇄석술의 발

전으로 합병증 또한 점차 줄어들고 있고 비용도 저렴하기 때문에 상부 및 중부 요관결석환자의 치료에 우선적으로 고려해 볼 수 있다고 생각한다.

## 결 론

상부 및 중부요관결석에서의 치료방법으로 체외충격파쇄석술과 요관경하배석술 모두 유용한 치료방법이다. 환자에게 가장 적절하고 유용한 치료방법을 선택하는 것은 환자의 부담을 줄여주므로 최선의 의료를 제공할 수 있는 중요한 요소이다. Holmium: YAG laser를 이용한 요관경하배석술은 결석의 크기에 상관없이 높은 성공률과 낮은 합병증 발생률을 보였으며 비용도 저렴하기 때문에 환자가 수술 및 마취의 위험이 없고 빠른 치료를 원한다면 상부 및 중부요관결석의 치료로서 일차적으로 선택하는 것이 유용할 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. Perez-Castro EE, Martinez-Pineiro JA. Transurethral ureteroscopy. A current urological procedure. *Arch Esp Urol* 1980; 33:445-60
3. Jenkins AD, Gillenwater JY. Extracorporeal shock wave lithotripsy in the prone position: treatment of stones in the distal ureter or anomalous kidney. *J Urol* 1988;139:911-5
4. Chaussy CG, 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
5. Grasso M, Beaghler M, Loisesides P. The case for primary endoscopic management of upper urinary tract calculi. II: cost and outcome assessment of 112 primary ureteral calculi. *Urology* 1994;45:372-6
6. Netto Junior NR, Claro JF, Lemos GC, Cortado PL. Treatment options for ureteral calculi: endourology or extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* 1991;146:5-7
7. Erhard M, Salwen J, Bagley DH. Ureteroscopic removal of mid and proximal ureteral calculi. *J Urol* 1996;155:38-42
8. Kramolowsky EV. Complications of ureteroscopy. *Semin Urol* 1989;7:39-42
9. Byeon SS, Jeon SS, Lee HW, Park EC, Lee JH, Kwak C, et al. Ureteroscopic manipulation for ureteral calculi: comparison with ESWL. *Korean J Urol* 1996;37:1125-9
10. Wu CF, Chen CS, Lin WY, Shee JJ, Lin CL, Chen Y, et al. Therapeutic options for proximal ureter stone: extracorporeal shock wave lithotripsy versus semirigid ureterorenoscopy with holmium: yttrium-aluminum-garnet laser lithotripsy. *Urology* 2005;65:1075-9
11. Teichman JM, Rao RD, Rogenes VJ, Harris JM. Ureteroscopic management of ureteral calculi: electrohydraulic versus holmium: YAG lithotripsy. *J Urol* 1997;158:1357-61
12. Singal R, Denstedt JD. Contemporary management of ureteral stones. *Urol Clin North Am* 1997;24:59-70
13. Anderson KR, Keetch DW, Albala DM, Chandhoke PS, McClennan BL, Clayman RV. Optimal therapy for the distal ureteral stone: extracorporeal shock wave lithotripsy versus ureteroscopy. *J Urol* 1994;152:62-5
14. Benjamin JC, Donaldson PJ, Hill JT. Ureteral perforation after ureteroscopy. Conservative management. *Urology* 1987;29: 623-4
15. Dretler SP. Management of the lower ureteral stone. *AUA Update Series* 1995;14:62-7
16. Turk TM, Jenkins AD. A comparison of ureteroscopy to in situ extracorporeal shock wave lithotripsy for the treatment of distal ureteral calculi. *J Urol* 1999;161:45-7
17. Kwon MH, Noh JH, Kim SI. Comparison of ureteroscopic lithotripsy and extracorporeal shock wave lithotripsy in the treatment of upper ureteral stones. *Korean J Urol* 2003;44: 633-6
18. Lingeman JE, Shirrell WL, Newman DM, Mosbaugh PG, Steele RE, Woods JR. Management of upper ureteral calculi with extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* 1987;138: 720-3
19. Bierkens AF, Hendriks AJ, De La Rosette JJ, Stultiens GN, Beerlage HP, Arends AJ, et al. Treatment of mid- and low ureteric calculi: extracorporeal shock-wave lithotripsy vs laser ureteroscopy. A comparison of costs, morbidity and effectiveness. *Br J Urol* 1998;81:31-5
20. Kapoor DA, Leech JE, Yap WT, Rose JF, Kabler R, Mowad JJ. Cost and efficacy of extracorporeal shock wave lithotripsy versus ureteroscopy in the treatment of lower ureteral calculi. *J Urol* 1992;148:1095-6