Pneumatic Lithotriptor를 이용한 요관경하 배석술: 274례 분석

Ureteroscopic Lithotripsy with Pneumatic Lithotriptor: 274 Cases

Yong Kyu Lee, Dong Soo Park, Young Kwon Hong

From the Departments of Urology, Bundang CHA Hospital, Pochon CHA University College of Medicine, Seongnam, Korea

Purpose: We retrospectively reviewed cases of ureteroscopic lithotripsy where a pneumatic lithotriptor had been used, and report on the success and complications related to this procedure.
Materials and Methods: Between October 1996 and September 2005, ureteroscopic lithotripsy was performed in 319 cases. The medical records of 274 of these cases were available for review. The ureteroscopic lithotripsy had been performed using a rigid ureteroscope (Stortz, 10Fr) and pneumatic lithotriptor (Swiss lithoclast). A successful procedure was defined as the absence of a residual stone larger than 2mm in size on postoperative KUB or ultrasonography.
Results: 53, 32 and 189 stones were located in the upper, middle and lower ureter, which were defined as groups 1, 2 and 3, respectively. The overall success rate was 92.7%. The success rates of upper, middle and lower ureteral stones were 77.4 (41/53), 93.8 (30/32) and 96.8% (183/189), respectively. The success rate in group 1 was significantly lower than the other two groups ($p < 0.05$). The most common cause of failure was the upward migration of the stone. The rates of stent indwelling were 37.7 (20/53), 34.5 (11/32) and 32.8% (62/189) in groups 1, 2 and 3, respectively. Perforation rates were 5.7 (3/53), 3.1 (1/32) and 2.1% (4/189) in groups 1, 2 and 3, respectively. All patients with a ureteral perforation were successfully treated with a double-J stent indwelling only for a period of 4-6 weeks. The most common complications were pain and gross hematuria.
Conclusions: Ureteroscopic lithotripsy, with a pneumatic lithotriptor, is an effective and safe primary treatment modality for both middle and lower ureteral stones. **(Korean J Urol 2006;47:625-630)**

Key Words: Calculi, Ureteroscopy, Lithotripsy

대한비뇨기과학회지
제 47 권 제 6 호 2006

포천중문의과대학교 비뇨기과학교실

이용규 · 박동수 · 홍영권

접수일자 : 2006년 2월 13일
채택일자 : 2006년 5월 5일

교신저자: 홍영권
분당차병원 비뇨기과
경기도 성남시 분당구 야탑동 351
㉾ 463-712
TEL: 031-780-5353
FAX: 031-780-5323
E-mail: urohong@yahoo.co.kr

서 론

요석의 치료법은 시대에 따라 변화해 왔으며 아직도 적절한 치료법에 대한 논란은 끊이지 않고 있다. 많은 경우에 요석은 자연적으로 배출되므로 다른 치료 방법을 선택하기 전에 보존적인 치료가 선행되어야 한다. 다만 결석의 크기와 위치, 신 기능, 통증의 정도 및 지속시간, 통증 발현 빈도 등을 고려하여 적절한 치료 방법을 선택해야 한다. 1980년대 체외충격파쇄석술이 도입된 이후[1] 장비와 기술의 발전은 체외충격파쇄석술을 요석의 일차 치료법으로 자리하게 하였다. 체외충격파쇄석술이 시행되기 전까지는 요관절석술이나 경피적 신절석술이 일차적 수술 방법이었다. 1979년 Lyon 등[2]이 요석의 치료에 요관경을 도입하였으나 기술적으로 난이도가 높아 일부 숙련된 술자만이 시행하였다. 이후 광섬유의 개발 등으로 구경이 작은 내시경이나 연성내시경의 출현으로 요관경 수술은 빠른 발전을 보였으며 근래에는 체외충격파쇄석술을 대신할 만한 치료법으로 간주되고 있다. 요관경 수술에 이용되는 쇄석 방식으로는 전기수압식[3]이 가장 먼저 소개되어 좋은 결과를 보였으나 시술 시 세심한 주의가 필요하며, 이후 개발된 초음파식[4]은 합병증 발생률이 높아 거의 사용되지 않고 있으며, 최근에

는 레이저 이용한 쇄석[5]이 좋은 결과를 보이고 있으나 장비의 구입 및 유지에 많은 비용이 드는 것이 단점이다. 또 다른 쇄석 방식인 기압식 (pneumatic lithotripsy)은 2.4Fr에서 6Fr까지의 금속 probe를 사용하여 결석에 직접 접촉하여 분쇄하는 원리를 이용한다. 기압식 쇄석 방식의 장점은 시스틴 결석을 포함한 모든 결석에 적용할 수 있으며 조직 손상, 출혈 등의 합병증 발생이 적고 비용이 저렴하다는 점이다. 반면에 가장 큰 단점은 시술 중 결석의 상부 이동으로 인한 수술 실패 가능성이 다른 방식에 비해 높다는 점이다. 저자들은 지난 10년간 본원에서 기압식 쇄석기를 사용하여 요관경하 배석술을 시행 받은 환자들을 대상으로 후향적으로 성공 여부 및 합병증 발생에 대해 조사하여 효율성과 안전성을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대상 및 분류

1996년 10월부터 2005년 9월까지 요관 결석 진단으로 기압식 쇄석기 (Swiss lithoclast)를 이용해 요관경하 배석술을 시행 받은 환자 319명 중 의무기록 보존상태가 양호한 274명의 요석환자들을 대상으로 차트와 방사선 사진을 조사하였다. 274명 중 남자는 162명, 여자는 112명이었으며 평균 나이는 48.5세, 결석의 평균 크기는 9.2±4.3mm였다. 요석의 위치에 따라 대상 환자를 3군으로 분류하였다. 요석이 엉치엉덩관절부 상연보다 상부에 위치하는 상부요관 결석군 (group 1)은 53명, 엉치엉덩관절부에 겹치는 중부요관 결석 군 (group 2)은 32명, 그리고 엉치엉덩관절부 하연보다 하부에 위치하는 하부요관 결석 군 (group 3)은 189명이었다. 환자의 나이와 결석의 크기는 세 군 간에 유의한 차이가 없었다(Table 1).

2. 수술 장비

저자들이 사용한 요관경은 5.5Fr의 경성 기구의 통과가 가능한 central instrument channel과 5Fr의 연성 기구의 통과가 가능한 right lateral irrigation channel이 있는 shaft가 10Fr인 경성 요관경 (Karl Storz, Germany)이었다. 요관경의 좌측에 있는 관류통로에는 3-way stopcock을 부착하여 중력에 의한 관류 외에 주사기에 의한 능동적 관류가 가능하도록 하였다. 결석의 파쇄에는 0.8mm, 1mm, 1.6mm 크기의 probe를 사용할 수 있는 Swiss lithoclast를 사용하였으며 결석을 붙잡아 요관 밖으로 배출하는 데는 stone basket과 foreign body forceps를 사용하였다. 결석 주위에 자라난 점막조직이 시야를 방해하는 경우에는 결석의 노출 및 시야 확보를 위해 biopsy forceps를 이용하였다.

3. 검사 및 수술 방법

수술 전 검사로는 일반혈액검사, 생화학검사, 요 검사 등을 시행하였다. 조영제 과민반응이 있다고 밝힌 환자들을 제외하고는 모두 정맥신우조영술을 시행하였다. 정맥신우조영술을 시행하지 못하거나 진단이 불확실한 경우에는 초음파촬영술이나 전산단층촬영술을 시행하여 요석의 위치와 크기를 파악하였다. 수술 직전 예방적 항생제를 사용하였으며 마취과 의사의 결정에 따라 전신마취 혹은 척추마취 하에 수술을 진행하였다. 먼저 방광경을 시행하여 방광내 이상 여부 및 요관구를 관찰한 후 결석이 위치한 쪽 요관구에 유도철선을 삽입하고 유도철선을 따라 요관경을 진입하였으며 요관구가 좁아 요관경의 진입이 원활하게 되지 않을 경우 금속 또는 풍선 확장기를 이용하여 요관구를 확장한 후 요관경을 진입하였다. 진입 직후에는 결석이 관류압에 의해 상부로 이동하는 것을 막기 위해 요관경의 진입을 멈추고 관류 속도를 낮춰 수 십초 가량 기다리면서 요관이 적절히 확장된 후에 조심스럽게 결석에 접근하였다. 출혈이나 부유물에 의해 시야가 불량한 경우 관류 및 배출을 조절하면서 시야를 확보하였다. 요관경이 요석에 도달하면 lithoclast probe를 central instrument channel에 삽입하여 요석을 가능한 잘게 분쇄하여 stone basket 혹은 foreign body forceps으로 요관 밖으로 배출하였다. 수술 후 요관 부목 유치는 선택적으로 시행하였는데 수술 전부터 요관의 협착이

Table 1. Baseline data

	Upper	Middle	Lower	Total	p-value
No. of patients	53	32	189	274	
No. of men	35	17	110	162	
No. of women	17	14	81	112	
Mean age (years)	46.5±12.3	52.5±9.8	48.4±11.5	48.5±11.5	0.400
Stone diameter (mm)	10.8±4.9	8.8±4.5	8.8±4.1	9.2±4.3	0.230

Table 2. Results

	Upper (n=53)	Middle (n=32)	Lower (n=189)	Total (n=274)	p-value
No. of success (%)	41 (77.4)	30 (93.8)	183 (96.8)	254 (92.7)	0.001*
No. of failure (%)	12 (22.6)	2 (6.2)	6 (3.2)	20 (7.3)	
No. of migrated stones	8	2	5	15	
No. of residual stones	4	0	1	5	
No. of gross hematuria (%)	6 (11.3)	3 (9.4)	15 (7.9)	24 (8.8)	0.737
No. of ureteral perforation (%)	3 (5.7)	1 (3.1)	4 (2.1)	8 (2.9)	0.399
No. of requiring analgesia (%)	26 (49.1)	15 (46.9)	86 (45.5)	127 (46.4)	0.898
No. of stent indwelling (%)	20 (37.7)	11 (34.49)	62 (32.8)	93 (33.9)	0.606

*: middle=lower＞upper

있는 경우, 수술 도중 발생한 심한 점막 부종, 출혈, 요관 천공 등에 의해 요관의 폐색이나 협착이 발생할 가능성이 있는 경우에 요관 부목을 유치하였다. 요관 부목의 유치 기간은 보통 2-4주로 하였으나 환자 상태에 따라 짧게는 3일에서 길게는 12주까지 다양하였다. 수술 후 잔석의 유무를 확인하기 위해 수술 직후 단순 방사선 검사 (KUB) 혹은 신장 초음파를 시행하여 잔석이 보이지 않거나 잔석의 장경이 2mm 이하인 경우를 치료 성공으로 정의하였다. 요석의 위치에 따른 성공률 및 합병증 발생률은 chi-square test를 이용하여 비교하였으며 p값이 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의하다고 보았다.

결 과

1. 환자 특성

대상 환자 274명의 연령은 26세에서 80세까지로 평균 연령은 48.5±11.5세였다. 274명 중 제1군은 53명, 제2군은 32명, 제3군은 189명이었다. 요석의 위치와 환자의 나이는 통계적으로 유의한 상관관계가 없었다. 274명의 요석의 평균 장경은 9.2±4.3mm였으며 제1군은 10.8±4.9mm, 제2군은 8.8±4.5mm, 제3군은 8.8±4.1mm였다. 결석의 위치에 따른 결석의 크기도 통계적으로 유의한 차이가 없었다 (Table 1).

2. 수술 성공률

274례 전체의 성공률은 92.7% (254/274)였다. 제1군의 성공률은 77.4%, 제2군은 93.8%였으며 제3군은 96.8%였다. 제1군은 다른 두 군에 비해 통계적으로 유의하게 낮은 성공률을 보였다. 실패의 가장 흔한 두 가지 원인은 요석의 상부 이동 (15/20, 75%)과 잔석 (5/20, 25%)이었다. 요관경 수술에 실패한 경우에는 다음 치료로 체외충격파쇄석술 그리고/또는 이차 요관경 수술을 적절히 시행하여 요석을 성공적으로 제거하였고 상부 요관에 위치한 1례의 매복결석은 개복수술을 통해 해결하였다 (Table 2) (Table 3).

Table 3. Final treatment modality for failed cases

	Stone location			
	Upper (n=12)	Middle (n=2)	Lower (n=6)	Total (n=20)
No. of ESWL	11	2	2	15
No. of ureteroscopic lithotripsy	0	0	2	2
No. of open surgery	1	0	0	1
No. of conservative management	0	0	2	2
Total	12	2	6	20

ESWL: extracorporeal shock wave lithotripsy

3. 요관 부목 유치

요관 부목을 유치한 경우는 전체 환자 중 33.9% (93/274)였다. 요석의 위치에 따른 요관 부목 유치율을 비교하면 제1군은 37.7% (20/53), 제2군은 34.5% (11/32)였고 제3군은 32.8% (62/189)로 세 군 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다 (Table 2).

4. 합병증

요관경하 배석술 후 발생한 합병증으로 맨눈혈뇨 24례 (8.8%), 진통제가 필요한 측복부통증 127례 (46.4%), 요관 천공 8례 (2.9%)가 발생하였다. 위의 합병증 발생률은 3군 간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 수술 중 요관 천공이 발생한 경우 모든 예에서 가급적 조기에 시술을 중단하고 요관 부목을 유치하여 4주 이상 경과 후 외래에서 이를 제거하였다. 요관 부목 제거 후에는 수일 내에 정맥신우조영

술을 시행하였는데 요 누출이나 요관 협착이 관찰된 경우는 없었다. 세 군에서 발생한 가장 흔한 합병증은 측복부 통증과 맨눈혈뇨였으며 수술과 관련된 요로감염 및 패혈증은 관찰되지 않았다 (Table 2).

고 찰

Swiss lithoclast는 1990년도에 개발된 기압식 쇄석기로서 안전성, 효과 그리고 경제성에서 우수하여[6] 지금까지도 요석의 치료에 보편적으로 사용되고 있다. 기압식 쇄석기의 장점은 구조 및 원리가 단순하다는 것, 구입 및 유지비용이 적다는 것, 그리고 모든 성분의 요석을 효과적으로 분쇄할 수 있다는 것이다. 요관경하 기압식 배석술의 성공률은 주로 요석의 위치에 좌우된다고 알려져 있다. 문헌에 의하면 하부 요관에 위치한 요석의 수술 성공률은 87%에서 97%, 중부 요관은 81%에서 92%, 상부 요관석의 경우 상대적으로 낮은 54%에서 86%의 성공률을 보인다.[7-11] 저자들의 경우 하부 요관석 96.8%, 중부 요관석 93.8%, 상부 요관석은 77.4%의 성공률을 보여 다른 보고들과 크게 다르지 않은 것을 알 수 있었다 (Table 4).

Swiss lithoclast의 가장 큰 단점은 요석의 상부이동 가능성이 높다는 것이다. 이는 probe가 요석에 직접 접촉할 때 전달되는 에너지에 의해 요석을 상부로 밀어 올리거나[12] 분쇄된 요석이 관류액에 의해 밀려 올라가 발생하는 것으로 생각할 수 있다. 요석의 상부이동을 막기 위한 방법으로는 요석을 stone basket으로 잡은 후 이를 분쇄하는 방법, 이중 유도철선을 삽입한 채로 수술하는 방법,[13] 최근에 개발된 Stone Cone (Boston Scientific)을 사용하는 방법[14] 등이 있다. 저자들은 전자의 2가지 술기를 술자의 판단에 따라 선택적으로 사용하였다. Stone Cone은 최근에 도입되어 본 연구의 대상 환자들은 해당 사항이 없다. 저자들의 경우 경성 요관경만을 사용하여 상부 요관석 환자 중 15.1%에서 요석의 상부이동이 발생하였으며 이는 중부 요관석 6.3%, 하부 요관석 2.7%에 비해 높다. 중부 및 하부 요관석은 다소의 상부 이동이 있어도 쉽게 재접근이 가능하나 상부 요관석은 상부 이동시 신우나 신배에 자리하는 경우가 많아 경성 요관경으로는 재접근이 어렵기 때문에 상부 요관석의 상부이동은 수술 실패로 이어지는 경우가 많았다.

과거에는 요관경하 배석술 후 요관 협착이나 폐색과 같은 합병증의 예방에 요관 부목이 효과적이라고 판단하여 수술 후 요관 부목을 유치하는 것이 보편적이었다. 그러나 최근 일부에서는 수술 중 요관 손상이 없는 경우 요관 부목은 큰 도움이 안 되며 오히려 환자의 불편만 증가시킨다고 보고하였다.[15,16] Denstedt 등[17]은 요관경하 배석술 후 요관 부목을 유치하지 않아도 요관 부목 유치군과 비교하였을 때 술 후 합병증과 측복부 통증의 발생에서 차이가 없어 요관경하 배석술 후 요관 손상이 적은 경우에 요관 부목의 유치는 필요치 않다고 보고하였다. 저자들은 초기에는 경미한 요관 손상에도 요관 부목을 유치하였으나 근래에 들어서는 중등도 이상의 요관 손상에서 부목을 유치하였다. 저자들의 경험에서도 경미한 요관 손상의 경우 부목이 없이도 요관 협착은 발생하지 않았으며 술 후 환자가 느끼는 통증은 줄었다. 최근의 여러 보고에서와 같이 요관 부목은 일상적으로 유치하는 것보다 요관 손상의 정도에 따라 선택적으로 유치하는 것이 바람직하다고 생각한다.

요관 천공의 발생률은 쇄석기의 종류에 따라 각각 다르며 Santa-Cruz 등[18]은 여러 가지 쇄석기 중 기압식 쇄석기에서 요관 천공 발생률이 가장 적은 것으로 보고하였다. Puppo 등[19]은 378명을 대상으로 기압식 요관경하 배석술을 시행하여 요관 파열은 0.2%, 요관 천공은 1.3%에서 발생하였다고 보고하였다. Aridogan 등[11]의 보고에 의하면 상부 요관석의 경우 2.4%, 중부 요관석의 경우 1.8% 그리고 하부 요관석의 경우 1.7%의 요관 천공률을 보였다. 저자들의 경우에서는 상부 요관석의 경우는 5.7%, 중부 요관석에서는

Table 4. Data of pneumatic lithotripsy

	Success rate (%)			
	Upper	Middle	Lower	Total
Jeon et al[7]	85.7 (6/7)	82.4 (14/17)	86.7 (13/15)	84.6 (33/39)
Sun et al[8]	55.6 (5/9)	88.9 (23/27)	97.1 (330/340)	95.1 (358/376)
Sozen S et al[9]	83.3 (30/36)	80.8 (38/47)	97.1 (405/417)	94.6 (473/500)
Aghamir et al[10]	73.0 (84/115)	92.1 (58/63)	97.3 (179/184)	88.7 (321/362)
Aridogan IA et al[11]	53.7 (22/41)	80.7 (88/109)	88.9 (737/829)	86.5 (847/979)
Our series	77.4 (41/53)	93.8 (30/32)	96.8 (183/189)	92.7 (254/274)

3.1%였으며 하부 요관석에서는 2.1%에서 요관 천공이 발생하여 다른 보고들과 차이는 없었다. 요관경하 배석술 도중 요관 천공이 발생한 경우에는 즉시 시술을 중단하는 것이 원칙이며 천공의 범위가 넓은 경우 개복수술을 고려해야 한다. 수술 중 요관 부목을 유치한 보존적 요법의 경우에는 충분한 시간이 지난 뒤 부목을 제거하고 정맥신우조영술을 시행하여 요관 폐색과 요 누출 여부를 파악해야 한다. 저자들의 경우 요관 천공이 발생한 모든 예에서 요관 부목을 유치하고 8-12주 후에 제거하였으며 제거 후에 시행한 정맥신우조영술에서 요 누출이나 요관 폐색의 소견은 한 예도 관찰되지 않았다. 따라서 요관 천공이 발생하더라도 보존적 요법으로 충분한 치료가 가능하다는 것을 알 수 있었다. 또한 요관경하 배석술 도중 요관 천공으로 인해 개복수술로 변경한 경우는 한 예도 없었다.

수술 후 첫째 날 환자들이 가장 많이 호소한 증상은 측복부 통증과 맨눈혈뇨였다. 수술 후 측복부 통증의 발생률은 7.2%에서 42.9%, 맨눈혈뇨의 경우 0.8%에서 11.1%까지 다양하게 보고되고 있다.[10,11,20] 저자들의 경우 측복부 통증 46.4%, 맨눈혈뇨 8.8%의 발생률을 보여 다른 보고들과 큰 차이가 없었다. 측복부 통증이나 맨눈혈뇨가 지속되는 경우 요관 폐색의 유무를 확인하기 위해 반드시 신장초음파 촬영술을 시행해야 하는 것으로 알려져 있다.[21] 저자들의 경우 측복부 통증을 호소하는 경우 모두에서 진통제 투여 후 48시간 내에 증상이 호전되었으며 맨눈혈뇨가 심한 환자의 경우 입원 시에는 수액요법을 시행하였고 퇴원 시 다량의 수분 섭취를 권장한 결과 퇴원 후 혈뇨로 인해 병원에 방문한 환자는 한 예도 없었다. 발열을 포함한 요로감염의 경우 3.3%에서 11.8%까지 보고되고 있으나,[9-11,20] 저자들의 경우 요로감염이나 패혈증은 한 예에서도 발생하지 않았다.

결 론

기압식 쇄석기를 이용한 요관경하 배석술은 성공률이 높고 안전하여 요석의 치료에 유용하다. 중부 및 하부요관결석에 비해 상부요관결석의 성공률이 낮으며 그 주된 이유는 결석의 상부 이동이다. 상부 요관 결석의 치료 성공률을 높이기 위해서는 숙련된 기술과 세심한 주의가 요구된다.

REFERENCES

1. 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
2. Lyon ES, Banno JJ, Schoenberg HW. Transurethral ureteroscopy in men using juvenile cystoscopy equipment. J Urol 1979;122:152-3
3. Vorreuther R, Engelking R. Features and acoustic output of five electrohydaulic lithotriptors for endoureteral stone treatment. J Endourol 1992;6:41-5
4. Fuchs GJ, Chaussy CG, Stenzl A. Current management concepts in the treatment of ureteral stones. J Endourol 1988;2: 117-21
5. Watson G, Murray S, Dretler SP, Parrish JA. The pulsed dye laser for fragmenting urinary calculi. J Urol 1987;138:195-8
6. Denstedt JD, Eberwein PM, Singh RR. The swiss lithoclast: a new device for intracorporeal lithotripsy. J Urol 1992;148: 1088-90
7. Jeon SH, Lee SJ, Lee CH, Chang SG, Kim JI. The comparison of treatment results of ureteroscopic lithotripsy with lithoclast and electrohydraulic lithotripsy. Korean J Urol 1999;40:542-5
8. Sun YB, Heo DS, Woo JH, Kim YH, Park HJ, Kwon CH. 376 cases of ureteroscopic stone removal. Korean J Urol 1999; 40:546-50
9. Sozen S, Kupeli B, Tunc L, Senocak C, Alkibay T, Karaoglan U, et al. Management of ureteral stones with pneumatic lithotripsy: report of 500 patients. J Endourol 2003;17:721-4
10. Aghamir SK, Mohseni MG, Ardestani A. Treatment of ureteral calculi with ballistic lithotripsy. J Endourol 2003;17:887-90
11. Aridogan IA, Zeren S, Bayazit Y, Soyupak B, Doran S. Complications of pneumatic ureterolithotripsy in the early postoperative period. J Endourol 2005;19:50-3
12. Robert M, Bennani A, Guiter J, Averous M, Grasset D. Treatment of 150 ureteric calculi with the lithoclast. Eur Urol 1994; 26:212-5
13. Lee KW, Lee TY, Woo YN. The experience of ureterorenoscopic lithotripsy with insertion of ureterorenoscope between two safety guide wires serving as an access port. Korean J Urol 2003;44:221-6
14. Desai MR, Patel SB, Desai MM, Kukreja R, Sabnis RB, Desai RM, et al. The Dretler stone cone: a device to prevent ureteral stone migration-the initial clinical experience. J Urol 2002; 167:1985-8
15. Hosking DH, McColm SE, Smith WE. Is stenting following ureteroscopy for removal of distal ureteral calculi necessary? J Urol 1999;161:48-50
16. Rane A, Cahill D, Larner T, Saleemi A, Tiptaft R. To stent of not to stent? That is still the question. J Endourol 2000;14: 479-81
17. Denstedt JD, Wollin TA, Sofer M, Nott L, Weir M, D'A Honey RJ. A prospective randomized controlled trial comparing nonstented versus stented ureteroscopic lithotripsy. J Urol 2001;165:1419-22
18. Santa-Cruz RW, Leveillee RJ, Krongrad A. Ex vivo comparison of four lithotripters commonly used in the ureter: What does it take to perforate? J Endourol 1998;12:417-22
19. Puppo P, Ricciotti G, Bozzo W, Introini C. Primary endoscopic treatment of ureteric calculi. A review of 378 cases. Eur

Urol 1999;36:48-52
20. Ceylan K, Sunbul O, Sahin A, Gunes M. Ureteroscopic treatment of ureteral lithiasis with pneumatic lithotripsy: analysis of 287 procedures in a public hospital. Urol Res 2005;33:422-5
21. Weizer AZ, Auge BK, Silverstein AD, Delvecchio FC, Brizuela RM, Dahm P, et al. Routine postoperative imaging is important after ureteroscopic stone manipulation. J Urol 2002; 168:46-50