

신석의 치료 방법으로서의 Retrograde Intrarenal Surgery (RIRS)의 효용성

The Efficacy of Retrograde Intrarenal Surgery (RIRS) in the Management of Renal Stone Disease

Jongwon Kim, Jinsung Park¹, Hyungkeun Park

From the Department of Urology, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, ¹Eulji University Hospital, Daejeon, Korea

Purpose: With recent technological advances, the indications for retrograde intrarenal surgery (RIRS) have gradually increased. We evaluated the efficacy and treatment outcomes of RIRS for the treatment of renal stones.

Materials and Methods: We retrospectively reviewed the medical records of 23 patients with renal stones (7 in the renal pelvis, 9 in the renal calyx, and 7 in the renal diverticulum) treated with RIRS from January 2001 to July 2008. Mean stone burden was 110 mm² (range, 9.42-428.6 mm²), and all operations were performed under general anesthesia using a semi-rigid ureteroscope in 9 cases, a flexible ureteroscope in 11 cases, and both types simultaneously in 3 cases. The holmium:yttrium-aluminum-garnet (Ho: YAG) laser and the nitinol basket were used for stone fragmentation and retrieval. The patients were followed up postoperatively with KUB (21 cases) or nonenhanced computed tomography (CT; 2 cases). Success was defined as no visible stones on KUB or nonenhanced CT.

Results: The mean operating time was 93 minutes (range, 30-205 minutes) and the mean hospital stay was 3.7 days (range, 1-9 days). Of 23 patients, 16 (70%) experienced complete elimination of the stone after only a single intervention. After ancillary extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL), the success rate was increased to 74% (17/23). In the remaining 6 patients, residual stone findings were less than 3 mm and were followed up with X-ray.

Conclusions: RIRS is a feasible procedure for treating renal stone disease with minimal complications. The results of our study suggest that RIRS can be recommended as a primary modality in the management of renal stone disease in selected patients such as those with ESWL failure and renal diverticular stones. (Korean J Urol 2009;50:786-790)

Key Words: Ureteroscopes, Lithotripsy

Korean Journal of Urology
Vol. 50 No. 8: 786-790, August 2009

DOI: 10.4111/kju.2009.50.8.786

울산대학교 의과대학
서울아산병원 비뇨기과학교실,
¹을지대학교 의과대학
을지대학교병원 비뇨기과학교실

김종원 · 박진성¹ · 박형근

Received : March 10, 2009
Accepted : July 23, 2009

Correspondence to: Hyungkeun Park
Department of Urology, Asan
Medical Center, University of
Ulsan College of Medicine, 388-1,
Pungnap2-dong, Songpa-gu,
Seoul 138-736, Korea
TEL: 02-3010-3737
FAX: 02-477-8928
E-mail: hkpark@amc.seoul.kr

© The Korean Urological Association, 2009

서론

내비뇨기과학의 발전으로 신석의 치료는 과거의 개복 수술에서 경피적신절석술, 요관경하 배석술, 체외충격파쇄석술 (extracorporeal shock wave lithotripsy; ESWL) 등으로 대체되고 있다. 신석의 치료 시 미국 비뇨기과학회 치료 지침 등의 진료 지침이 있기는 하지만¹ 실제 환자의 진료에서는 결석의 위치와 크기, 환자의 해부학적 구조 등의 결석 요인

뿐만 아니라 환자의 기저 질환, 치료 기관의 장비 상황, 치료 방법에 대한 의사의 선호도 등 여러 가지 임상적 변수를 고려해야 하므로 치료 지침과는 차이가 있을 수 있다.^{2,3} 경피적신절석술은 ESWL이나 retrograde intrarenal surgery (RIRS)에 비하여 침습적인 방법으로 술 후 비교적 높은 이환율을 보이고 있고,⁴ ESWL은 비침습적인 치료 방법이지만 마취가 필요 없어 신석의 치료 방법으로 많이 선택되고 있지만 신석이 크거나 신석의 위치가 신하극이나 신계실에 위치하여 있는 경우에는 효과적인 결석의 제거에 제한이

있는 경우가 많다.^{5,6} 한편, 요관경하 배석술은 하부 요관의 결석 제거에 강점이 있었지만 최근 연성요관경의 발달과 함께 높은 결석 제거율과 낮은 합병증을 보이며 경피적신 절석술과 ESWL의 제한점을 보완할 방법으로서 RIRS라는 이름으로 신석의 치료에도 그 적응증을 넓혀가고 있다. 이에 저자들은 신석의 치료에 있어 요관경을 이용한 RIRS의 효용성과 임상 결과에 대하여 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

2001년 1월부터 2008년 7월까지 본원에서 신석으로 RIRS를 받은 환자 23명의 치료 성적 및 합병증을 후향적으로 분석하였다. 환자의 나이, 해부학적인 구조, 신석의 크기나 위치, RIRS 이전의 ESWL 시행 여부 등에 따른 제외 기준은 없었으며, 해당 기간 중 본원에서 RIRS를 시행 받은 환자 모두가 연구 대상이었다. 23명의 환자 중 남자는 8명, 여자는 15명이었으며, 이들의 평균 연령은 48세 (2-68)였다. 신석의 위치는 우측 신석이 12례, 좌측 신석이 10례, 이식신의 신석이 1례 있었다. 신석의 개수는 1개의 신석이 있는 경우가 17례, 2개의 신석이 있는 경우는 3례, 3개 이상의 신석이 있는 경우는 3례가 있었다. 신석의 위치를 해부학적 구조에 따라 분류해 보면, 신우 결석이 7례, 신배 결석은 9례 (신상극 2례, 신중극 2례, 신하극 5례), 신계실 결석이 7례 (신상극 5례, 신중극 1례, 신하극 1례)로 분류되었다. 본 연구에서 신석의 크기는 술 전에 단순복부촬영, 비조영 복부 전산단층촬영을 실시하여 본원의 picture archiving communication system (PACS)을 통해 측정하였다. 23례의 증례 중 21례는 방사선 비투과성 신석이고 2례는 방사선 투과성 신석이었으며, stone burden은 방사선 사진에 보이는 결석의 길이와 폭을 이용하여 타원의 표면적을 구하는 공식 (길이×폭×3.14/4)으로 계산하였다.⁷ 이렇게 계산된 stone burden은 평균 110 mm² (9.42-428.6)였고, 13례에서 100 mm² 미만, 5례에서 100 mm² 이상 200 mm² 미만이었으며, 3례에서 200 mm² 이상이었다. 신하극 신배 결석 1례와 신상극의 신계실 결석 1례에서 stone burden을 계산하지 못하였는데, 2례 모두 다수의 작은 신석이어서 신석의 크기 측정이 불가능한 경우였기 때문이다 (Table 1). 이 2례 모두 혈뇨와 통증을 동반하였으며 술 전 방사선 사진에는 하나의 덩어리로 보이는 신석이었으며, 여러 개의 작은 신석을 한 덩어리로 뭉쳐서 계산하면 stone burden이 100 mm² 미만인 경우들이었다.

모든 수술은 전신 마취 하에 쇄석위로 시행되었다. 23례 중 반강성요관경이 9례에서 사용되었고, 연성요관경이 11례에서 사용되었으며, 3례는 반강성요관경과 연성요관경이 같이 사용되었다. 신석의 파쇄 및 제거에는 Ho:YAG 레이

Table 1. Characteristics of the patients

		No. of patients (%)
Gender	Male	8 (34.8)
	Female	15 (65.2)
Stone laterality	Right	12 (52.2)
	Left	10 (43.5)
	Transplanted	1 (4.3)
Stone location		
Renal pelvis		7 (30.4)
Renal calyx		9 (39.1)
Renal diverticulum	Upper	2 (8.7)
	Mid	2 (8.7)
	Lower	5 (21.7)
	Renal diverticulum	7 (30.4)
Stone number	Upper	5 (21.4)
	Mid	1 (4.3)
	Lower	1 (4.3)
	1	17 (73.9)
Stone burden ^{a,b}	2	3 (13)
	3 or more	3 (13)
	< 100 mm ²	13 (56.5)
	100-200 mm ²	5 (21.7)
	> 200 mm ²	3 (13)

^a: calculated by formula for surface area of ellipse (length×height×3.14/4), ^b: stone burdens were calculated except 2 cases with multiple tiny renal stones

저와 nitinol basket을 이용하였으며, 반강성요관경의 경우 365 μm probe를, 연성요관경의 경우 200 μm probe를 사용하였다. 신석을 파쇄할 때는 신석을 basket으로 잡아 요관으로 내려 놓은 후 레이저를 이용하여 시행하였다.

저자들은 신석의 위치 및 크기에 따라 RIRS의 신석 치료 성공률과 잔석이 남아 추가적인 ESWL을 시행한 경우 추가 치료 후의 전체적인 신석 치료 성공률 및 합병증을 조사하였다. 술 후 관찰은 방사선 비투과성 신석 21례에서 단순복부촬영으로, 방사선 투과성 신석 2례에서 비조영 복부 전산단층촬영으로 시행되었으며, RIRS의 치료 성공은 한 번의 RIRS를 시행한 후 3개월 이내에 시행한 단순복부촬영 또는 비조영 복부 전산단층촬영에서 신석이 완전히 제거되어 보이지 않는 경우로 정의하였다. 또한 수술 중 발생한 extravasation이나 출혈 등의 합병증을 조사하였다.

결 과

평균 수술 시간은 93분 (30-205)이었고, 평균 입원 기간은 3.7일 (1-9)이었다. 이 중 신중극 신배 결석으로 RIRS를 시행하고 술 후 1일째 유치 도뇨관을 제거하였으나 소변을 보지 못하여 유치 도뇨관을 1주일 동안 유치하여 9일 동안

입원 상태로 있었던 경우가 1례에서 있었다. 그 외의 22례는 평균 입원 기간이 3.4일 (1-6)이었다. RIRS를 선택한 적응증으로는 ESWL로 치료에 실패한 경우 10례, 신계실 결석 7례, 해부학적 이상 소견을 동반한 경우 2례 (이식신 1례, 이분 신우 1례), 기질 결석 1례, 그리고 환자에게 선택권을 주어 RIRS를 선택한 경우 3례 (신상극 신배 결석 2례, 하부 요관 결석을 동반한 신우 결석 1례)가 있었다. 이 중 ESWL로 치료에 실패한 10례는 3-10회의 ESWL을 시행하였어도 전혀 신석이 분쇄되지 않은 경우, 신석이 분쇄 되었더라도 자연 배출이 어렵다고 판단한 경우로 정의하였다. RIRS 후 2세 소아와 이식 신에 생긴 신석의 경우를 제외한 21례에서 요관스텐트를 삽입하였으며, 요관스텐트를 설치하지 않은 2례는 open end 카테터를 설치하였다가 술 후 2일째 제거하였다. 수술 중 삽입한 요관스텐트는 RIRS 후 추가적인 치료가 없었던 17례에서 평균 3주 (1-7) 동안 유지 후 제거하였고, 추가적으로 ESWL을 시행한 4례에서 평균 6주 (5-7) 동안 유지 후 제거하였다. RIRS를 시행한 후 잔석이 남은 경우는 23례 중 7례가 있었고, 이 중 추가적인 치료를 시행한 경우는 4례가 있었으며, 4례 모두 ESWL을 시행하였다. RIRS 실패 후 추가적인 ESWL을 하지 않은 3례는 요관경으로 접근을 하지 못한 신하극 신배 결석 1례, 신계실 결석 2례이며, ESWL로 해결이 어렵다고 판단되어 추가적인 ESWL을 시행하지 않았다.

RIRS의 치료 성공률은 69.6% (16/23)였고, RIRS 후 남은 잔석에 대해 추가적으로 ESWL이 시행된 4례 중 신석 제거에 성공한 1례를 포함하면 전체적인 치료 성공률은 73.9% (17/23)를 보였으며 잔석의 크기는 모두 3 mm 이하였다. 본 연구에서 신석의 위치에 따른 RIRS의 치료 성공률은 신우 결석의 경우 85.7%, 신배 결석의 경우 77.8%였다. 신배 결석의 경우 해부학적인 위치에 따라 더 세분화하면 신상극 신배 결석의 경우 2례 중 2례 (100%), 신중극 신배 결석의 경우 2례 중 2례 (100%), 신하극 신배 결석의 경우 5례 중 3례 (60%)에서 성공을 보여 신하극 신배 결석이 상극이나 중극의 신배 결석에 비해 더 낮은 성공률을 보였다. 신계실 결석의 경우 42.9%에서 성공하여 가장 낮은 성공률을 보였다. 신석의 크기에 따른 RIRS의 치료 성공률은 100 mm² 미만, 100-200 mm², 200 mm² 이상의 경우 각각 76.9%, 80%, 66.7%였다 (Table 2).

수술 중 발생한 합병증은 2례가 있었다. 신상극에 위치한 신계실 결석에서 신계실 목 절개 시 계실 외벽에 손상이 생기면서 발생한 extravasation 1례와, 신상극에 위치한 신계실 결석에서 신계실 목 절개 후 발생한 출혈 1례가 있었으며, 2례에서 모두 수술 후 보존적인 치료와 요관스텐트 설치술로 치료하였다.

Table 2. Outcomes of retrograde intrarenal surgery

	RIRS SR (%)	Ancillary ESWL	Total SR (%)
Stone location			
Renal pelvis	6/7 (85.7)	1	7/7 (100)
Renal calyx	7/9 (77.8)		7/9 (77.8)
Upper	2/2 (100)		2/2 (100)
Mid	2/2 (100)		2/2 (100)
Lower	3/5 (60)	1	3/5 (60)
Renal diverticulum	3/7 (42.9)		3/7 (42.9)
Upper	2/5 (40)	2	2/5 (40)
Mid	0/1 (0)		0/1 (0)
Lower	1/1 (100)		1/1 (100)
Stone burden ^{a,b}			
< 100 mm ²	10/13 (76.9)	2	10/13 (76.9)
100-200 mm ²	4/5 (80)	1	4/5 (80)
> 200 mm ²	2/3 (66.7)	1	3/3 (100)
Total	16/23 (69.6)	4	17/23 (73.9)

RIRS: retrograde intrarenal surgery, SR: success rate, ESWL: extracorporeal shock wave lithotripsy, ^a: calculated by formula for surface area of ellipse (lengthxheightx3.14/4), ^b: stone burdens were calculated except 2 cases with multiple tiny renal stones

고 찰

신석의 치료는 신석의 크기, 수 그리고 신석의 위치 등을 종합적으로 고려하여 적합한 치료 방법을 결정하게 된다. 이에 더하여 수술 기구의 기술적인 발전도 치료 방법 결정에 영향을 주게 되는데, 주로 하부요관결석의 치료에서 주로 이용되던 요관경을 이용한 수술이 근래의 기술적인 발전과 함께 이제는 RIRS라는 이름으로 상부 요관 및 신석의 치료까지 그 적응증을 넓혀 가고 있는 것이 그 좋은 보기라 하겠다. Sampaio와 Argao⁵는 ESWL 시 하극 신두두각이 90도 미만으로 예각이거나, 하극 신두두부 폭이 4 mm 이하로 좁으면 성공률이 떨어진다고 보고하였다. 이와 같이 ESWL로 제거하기 어려운 신석이나 신계실 내에 위치한 신석과 같이 해부학적인 이상 소견이 동반된 신석의 경우는 RIRS의 좋은 적응증이라 하겠으며 본 연구에도 ESWL로 치료에 실패한 신석의 경우 10례가 포함되어 이 중 8례에서 치료에 성공하였다. 한편, 신배 결석의 치료로 RIRS 시행 전에 ESWL을 먼저 시행하는 것이 치료 성공률을 높일 수 있다는 보고가 있으나,⁸ 본 연구에서는 치료 성공률을 높이기 위한 시도로 ESWL을 먼저 시행하지는 않았다. 저자들은 본 연구에서 ESWL로 치료에 실패한 경우, 신계실 결석, 해부학적 이상 소견을 동반한 경우 등, 23명의 신석 환자를 대상으로 RIRS의 초기 경험을 치료 결과 및 동반된 합병증

을 위주로 조사하였다.

본 연구에서 RIRS 후 치료 성공으로 판정하는 경우는 한 번의 RIRS의 시도로 크기에 무관하게 잔석이 전혀 남지 않는 경우로만 정의하였다. 술 후 4 mm 이하로 비폐쇄성, 비감염성이면서 임상적으로 무증상인 잔석을 임상적으로 의미 없는 잔석 (clinically insignificant residual fragments; CIRFs)이라 하여 추가적인 치료 없이 추적 관찰 하기도 하였으나, 최근에 발표된 논문들은 CIRFs가 많은 증례에서 임상적으로 추가적인 치료가 필요함을 보고하고 있어⁷⁹ 본 연구에서는 치료 성공의 정의를 잔석이 전혀 남지 않는 경우로 한정하였다. Fabrizio 등¹⁰은 RIRS의 성공의 정의를 3 mm 이하의 잔석이 남은 경우까지 확대하여 RIRS의 성공률을 89%로 보고하고 있다. 저자들의 연구에서 이러한 CIRFs를 치료 성공에 포함시킬 경우 RIRS의 성공률은 95.7%였지만, 최근의 치료 경향에 맞추어 CIRFs를 치료 성공에서 제외하여 RIRS의 성공률을 73.9%로 보고하는 것이 적절할 것으로 보인다.

Perlmutter 등¹¹은 86개의 신배 결석에 대하여 RIRS를 시행하였고, 술 후에 결석이 보이지 않는 경우를 RIRS의 성공으로 정의하여 전체 신석에 대한 치료 성공률을 94.2%로 보고하였다. 이들은 신석의 위치에 따라서는 신상극 신배 결석의 경우 100%, 신중극 신배 결석의 경우 95.8%, 신하극 신배 결석의 경우 90.9%로 RIRS의 성공률을 보고하면서 신석의 위치가 RIRS의 치료 성공률에 별다른 영향을 미치지 않는다고 보고하였다. Perlmutter 등¹¹이 보고한 RIRS의 성공률과 비교하면 저자들의 치료 성공률은 현저히 낮아 보이지만 이들의 연구 대상 선정에서 크기가 2 cm가 넘는 신석은 배제하였고, 신계실 결석은 연구에 포함시키지 않았다는 점을 감안하면, 본 연구의 결과도 이들의 RIRS의 성공률과 비교하였을 때, 신하극 신배 결석의 경우에만 성공률이 떨어진다고 할 수 있겠다.

Oh 등¹²은 3세대 체외충격파쇄석기 (Pezolith 3000[®])를 이용하여 시행한 172례의 신석의 치료 결과에 대하여 잔석이 완전히 없는 경우와 3 mm 이하의 잔석이 있더라도 증상이 없는 경우를 자연 배출이 기대되는 경우로 판단하여 치료 성공에 포함하였고, 82%의 신석 치료 성공률을 보고하였다. 이는 저자들이 치료 성공에서 배제한 CIRFs를 치료 성공에 포함한 경우로, 저자들이 이 기존의 보고와 치료 성공의 기준을 같이 생각한다면 RIRS의 성공률은 95.7%로 ESWL과 비교하여 낮지 않은 성공률을 보인다고 할 수 있겠다.

신석의 크기를 고려해 볼 때, 신석의 크기가 증가할수록 한 번의 RIRS로 달성할 수 있는 치료 성공률이 떨어진다는 것은 기존의 많은 논문에서 밝혀져 있는 사실이다.^{11,13} Grasso와 Ficazzola¹³는 신하극 신배 결석에서 RIRS의 성공

률을 신석의 크기에 따라 10 mm 이하, 11-20 mm, 21 mm 이상으로 나누어 각각 82%, 71%, 65%로 보고하였다. 신석의 크기가 큰 신석의 경우 수술 시간이 길어지고 수술 중 사용하는 세척액의 사용이 많아짐에 따라 잔석의 역행성 이동의 기회가 늘어날 수 있어 RIRS의 성공률이 떨어지는 것은 당연한 결과라고 할 수 있다. 본 연구에서 stone burden이 200 mm² 이상인 신석의 경우가 3례 있었으며 이 중 1례에서 RIRS로 치료에 실패하였는데, 이는 우측 신우 결석으로 길이가 26 mm, 폭이 21 mm로 측정되는 stone burden이 428.61 mm²로 연구 대상이었던 신석 중 가장 큰 신석이었으며 해부학적으로는 이분 신우를 보이고 있었다. RIRS 시행 후 3 mm의 잔석이 남아 추가적으로 ESWL을 실시하여 잔석을 제거하였다. 이는 stone burden이 커서 RIRS에 실패한 것으로 보기보다는 해부학적 구조상 치료에 실패한 경우로 분석하는 것이 타당해 보인다. 또한 저자들의 경우 stone burden이 100 mm² 미만의 크기가 작은 결석의 RIRS의 성공률이 76.9% (10/13)로 낮았는데, 이는 실패한 3례 중 신상극 신계실 결석과 신중극 신계실 결석 1례가 각각 포함되어 있어 이 경우들도 신석의 크기보다는 신석의 위치와 해부학적 구조로 인한 실패로 분석하는 것이 타당해 보인다.

저자들의 연구에서 특히 신하극 신배 결석과 신계실 결석의 성공률이 낮았다. 하지만, 신하극 신배 결석의 경우 5례 모두 RIRS 이전에 수차례의 ESWL에 실패한 경우들이었고, 그 중 3례에서 RIRS로 신석을 제거하여 60%의 성공률을 보고한 것은 그 의미가 있다고 하겠다. 신계실 결석의 경우 7례 중 3례에서 성공, 4례에서 실패하여 가장 낮은 RIRS 성공률을 보였는데, 저자들의 실패 이유는 신계실의 입구를 찾지 못한 경우 2례와, 신계실로의 접근이 용이하지 않은 경우 2례로 분석된다. 이는 Mitchell 등¹⁴이 제시한 방법처럼 요관경의 working channel을 통해 methylene blue 용액을 주입하여 집뇨계와 신계실 내부 모두를 채운 뒤 세척액으로 집뇨계의 methylene blue 용액만을 씻어낸 후 신계실 입구를 통해 천천히 희석되어 나오는 methylene blue 용액을 보고 신계실의 입구를 찾는 방법을 이용하거나, 최신 연성 요관경을 사용함으로써 RIRS의 성공률을 증가시킬 수 있을 것으로 보인다. 본원에서는 Karl Storz사의 Flex-X2를 2007년 8월 도입하여 임상에 적용 중으로 앞으로 RIRS의 성공률이 더 높아질 것으로 기대한다.

RIRS 중 2례 (8.6%)에서 합병증이 있었다. 2례 모두 15 mm의 신상극 신계실 결석으로, 1례는 신계실 누두부 협착이 있어 반강성요관경하 신계실 누두부 절개 시 출혈이 발생하여 시야 확보가 되지 않아 수술을 더 이상 진행하지 못한 경우가 있었고, 다른 1례는 연성요관경하 신계실 누두부 절개를 시행할 때 신계실의 바깥벽이 손상을 입어 extra-

vasation이 발생하였던 경우로 이 두 경우 모두 수술 후 요관스텐트를 설치하여 보존적 치료를 하여 회복되었다.

결론

RIRS는 ESWL로 치료에 실패한 신석의 치료에 있어 높은 치료 성공률 (80%)을 보였다. 신계실 결석의 경우 낮은 성공률 (42.9%)을 보였지만, 보다 침습적인 치료를 시도하기 전에 1차적으로 시행해 볼만한 유용성이 있을 것으로 기대한다. 향후 내비노기계의 기술적 발전과 더불어 연성요관경의 크기가 작아지고 수술 기구의 신하극으로의 접근이 더욱 용이해지면서 신석의 치료에 연성요관경을 이용한 RIRS의 적응증은 계속 늘어갈 것으로 보인다.

REFERENCES

- Segura JW, Preminger GM, Assimos DG, Dretler SP, Kahn RI, Lingeman JE, et al. Ureteral Stones Clinical Guidelines Panel summary report on the management of ureteral calculi. The American Urological Association. J Urol 1997;158:1915-21
- Lam JS, Greene TD, Gupta M. Treatment of proximal ureteral calculi: holmium:YAG laser ureterolithotripsy versus extracorporeal shock wave lithotripsy. J Urol 2002;167:1972-6
- Parker BD, Frederick RW, Reilly TP, Lowry PS, Bird ET. Efficiency and cost of treating proximal ureteral stones: shock wave lithotripsy versus ureteroscopy plus holmium:yttrium-aluminum-garnet laser. Urology 2004;64:1102-6
- Chen RN, Streem SB. Extracorporeal shock wave lithotripsy for lower pole calculi: long-term radiographic and clinical outcome. J Urol 1996;156:1572-5
- Sampaio FJ, Aragao AH. Limitations of extracorporeal shock-wave lithotripsy for lower caliceal stones: anatomic insight. J Endourol 1994;8:241-7
- Vandeursen H, Baert L. Extracorporeal shock wave lithotripsy monotherapy for staghorn stones with the second generation lithotriptors. J Urol 1990;143:252-6
- Park J, Hong B, Park T, Park H. The effectiveness of non-contrast computerized tomography (CT) in evaluation of residual stones after percutaneous nephrolithotomy. Korean J Urol 2006;27:1315-9
- You D, Park T, Park HK. Endourologic management for calyceal diverticular stone. Korean J Urol 2005;46:144-8
- Khaitan A, Gupta NP, Hemal AK, Dogra PN, Seth A, Aron M. Post-ESWL, clinically insignificant residual stones: reality or myth? Urology 2002;59:20-4
- Fabrizio MD, Behari A, Bagley DH. Ureteroscopic management of intrarenal calculi. J Urol 1998;159:1139-43
- Perlmutter AE, Talug C, Tarry WF, Zaslau S, Mohseni H, Kandzari SJ. Impact of stone location on success rates of endoscopic lithotripsy for nephrolithiasis. Urology 2008;71:214-7
- Oh BS, Hwang EC, Chae MJ, Oh KJ, Kang TW, Kwon DD, et al. Efficacy of the 3rd generation extracorporeal shock wave lithotripter (Piezolith 3000[®]) for treating patients with urinary tract calculi. Korean J Urol 2005;46:1278-83
- Grasso M, Ficazzola M. Retrograde ureteropyeloscopy for lower pole caliceal calculi. J Urol 1999;162:1904-8
- Mitchell S, Havranek E, Patel A. First digital flexible ureterorenoscope: initial experience. J Endourol 2008;22:47-50