

# 연성 내시경을 이용한 최소침습 콩팥결석 및 종양 제거술의 현황

조 성 용 · 정 현 · 조 민 철 · 박 주 현 · 손 환 철 | 서울대학교병원운영 서울특별시 보라매병원 비뇨기과

## Current status of minimally invasive surgery for treatment of renal stones and tumors using a flexible ureteroscopy

Sung Yong Cho, MD · Hyeon Jeong, MD · Min Chul Cho, MD · Juhyun Park, MD · Hwancheol Son, MD

Department of Urology, SMG-SNU Boramae Medical Center, Seoul, Korea

Retrograde intrarenal surgery (RIRS) has been accepted as the first-line option for surgical treatment of upper urinary tract pathologies including stones and tumors. With the development of surgical instruments with improved deflection mechanisms, visualization, and durability, RIRS has taken on an expanding role in treating urinary calculi located in the upper urinary tract, as it compensates for the shortcomings of shockwave lithotripsy and percutaneous nephrolithotomy. RIRS can also be considered a conservative treatment option for upper urinary tract urothelial cancer or as a means of intensive postoperative surveillance after radical treatment of urinary tract urothelial cancer. RIRS has a steep learning curve and various surgical techniques can be utilized during operations. The use of particular surgical instruments should take into consideration of the gain in surgical efficiency, decrease in complications, and cost-benefit tradeoff.

**Key Words:** Urolithiasis; Lithotripsy; Laser; Carcinoma, transitional cell; Surgical equipment

### 서론

최근 들어 연성 내시경 기구가 발달함에 따라 여러 분야에 서 그 사용이 증가하고 있다. 특히 비뇨기과 영역에서는 콩팥 및 상부 요관에서 발생한 결석이나 종양을 치료하기 위하여 내시경의 선단부가 구부러지는 연성 콩팥요관내시경을 이용한 수술이 각광받고 있다. 이를 연성 내시경을 이용한

역행성 콩팥내수술(retrograde intrarenal surgery, RIRS)이라고 부르고 있으며 최근 진단 및 치료에 많은 변화를 불러오고 있다(Figure 1).

### 연성 내시경 기구의 발달과정

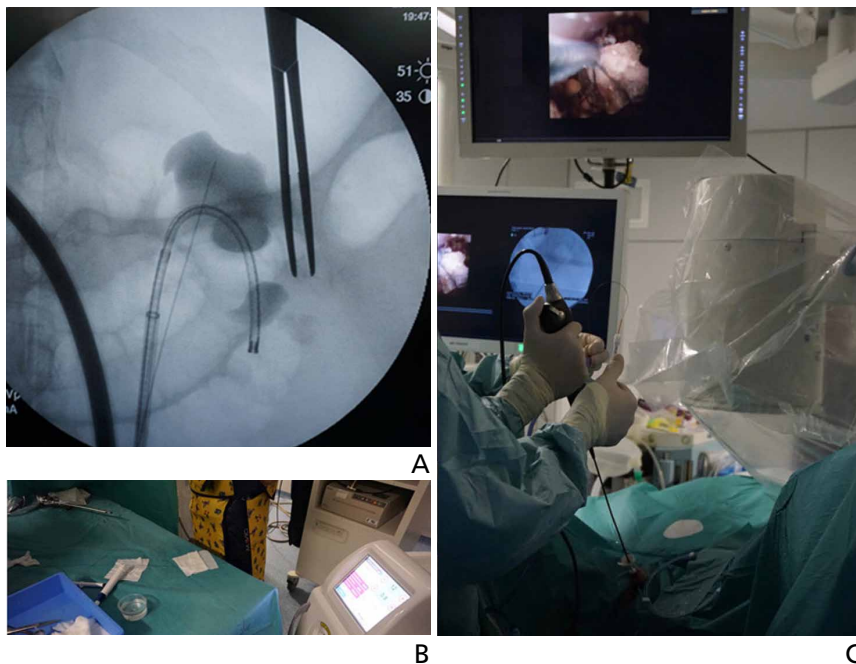
연성 내시경은 1960년대에 개발되었으나[1], 선단부 굴절부위와 기구들을 삽입할 수 있는 채널 등이 통합되면서 1990년대에 이르러서야 널리 사용하게 되었다[2]. 연성 내시경은 렌즈를 포함한 광학시스템, 광케이블, 구부러지는 움직임이 가능하도록 설계된 선단부의 굴절 부위, 기구들이 통과하는 작업 채널 등의 네 부위로 이루어져 있다[3]. 최근에는 디지털 광학기술이 발전하여 수술 시야

Received: March 30, 2016 Accepted: April 20, 2016

Corresponding author: Hwancheol Son  
E-mail: volley@snu.ac.kr

© Korean Medical Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



**Figure 1.** Retrograde intrarenal surgery. (A) Navigation of flexible ureterorenoscope in the renal calices. (B) Stone retrieval using a stone basket. (C) Setting of a surgical table and laser equipment.

가 향상되고 내시경이 가벼워지면서 내구성도 향상되었으며[4], 표재성 종양의 진단율을 높일 수 있는 기술이 추가되어 앞으로 종양의 진단 및 완치율을 높일 것으로 기대하고 있다[5]. 초기에는 콩팥 내 콩팥잔의 복잡한 구조를 고려하여 내시경의 선단부가 2단계로 구부러져 굴절각도를 극대화한 내시경이 개발되었으나 최근에는 1단계에서 275도까지 자연스럽게 굴절되도록 기능이 향상되어 내시경을 다루기가 더욱 편리해졌다. 내시경 작업 채널의 직경은 대체로 3.3–3.6 Fr (1.0–1.1 mm)이며 이를 통해 레이저 섬유, 바스켓, 관류액 등이 함께 들어갈 수 있어 결석이나 종양을 제거하는데 필요한 최소한의 공간을 확보하고 있다.

### 지금까지의 상부요로의 결석치료현황

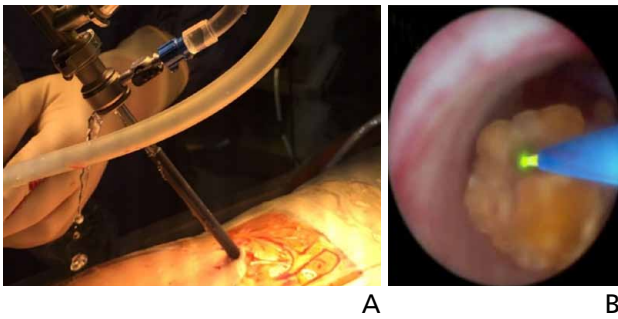
유럽비뇨기과학회(European Associations of Urology)의 가이드라인에 따르면 콩팥 및 상부 요관을 포함한 상부 요로결석은 결석크기가 증가하거나, 자주 재발하는 고위험군 환자인 경우, 결석에 의해 요로폐색 및 감염이 발생한

경우, 통증이나 혈뇨 등의 증상이 동반된 경우, 결석 크기가 15 mm 이상으로 큰 경우, 환자가 결석을 치료해야 하는 상황이 발생하였을 경우 등에서 적극적으로 치료해줄 것을 권유하고 있다. 이때 체외충격파쇄석술(extracorporeal shock-wave lithotripsy, ESWL), 경피적 콩팥결석제거술(percutaneous nephrolithotomy, PCNL), RIRS 등이 고려되고 있다[6].

아직까지도 20 mm 이하의 결석에 대해 ESWL을 우선 고려하고 있으나 그 역할은 전 세계적으로 줄어들고 있다[6]. 그 이유는 여러 연구들에서 결석의 크기가 클수록 결석 배출률이 감소하며 [7,8], 부서진 잔석에 의해 요로폐색이

발생하여 추가치료가 필요할 수 있기 때문이다[7]. 돌이 단단하여 잘 깨지지 않거나, 해부학적으로 요관으로의 잔석 배출이 어려운 경우, 하부 콩팥잔에 결석이 위치한 경우 등에서 결석 배출률이 25–85%까지 감소할 수 있고[9,10], 결석의 개수가 많은 경우 ESWL을 무리하게 반복 시행하거나 치료 기간이 연장될 수 밖에 없어 결국 수술적 치료를 고려하게 된다. 연성 내시경 수술이 보편화된 유럽이나 미국의 경우 ESWL을 우선 고려하는 경우는 10–20%까지로 많이 줄어든 상태이나 아직까지 우리나라는 80–90%에 이르고 있어 그 차이가 매우 크다.

PCNL은 20 mm 이상에서 우선 고려해온 치료방법이다 [6]. 이 수술방법은 옆구리 부위에서 30 Fr (1 cm)의 구멍을 뚫어 콩팥에 이르는 통로로 내시경을 넣고 결석을 제거하는 방법으로 수술 성공률이 높고 안전한 수술로 인정받아 왔다[11,12]. 하지만 일부 환자에서 출혈, 소변 누출, 장 손상, 기흉 및 혈흉 등의 심각한 합병증이 발생할 수 있다 [13]. 이러한 이유로 경피적 구멍의 크기를 50% 이하로 작게 줄여 수술 성공률은 유지하되 안전성을 높이는 수술방법(miniaturized PCNL)이나 경피적 구멍을 전혀 뚫지 않는 RIRS 등의 수술방법이 증가하고 있다(Figure 2).



**Figure 2.** Miniaturized percutaneous nephrolithotomy. (A) Miniaturized nephroscope. (B) Stone fragmentation using a laser fiber.

## 연성 내시경을 이용한 수술분야의 확장

연성 내시경 기술의 발달은 그 적용범위를 상부요로결석 및 콩팥 내 콩팥갈대기 및 콩팥관 내 발생한 종양의 치료까지 확대해가고 있다. 결석 및 종양 수술의 적응증 및 치료방법을 소개하고자 한다.

### 1. 결석수술의 적응증

우선 상부요로결석의 치료방법을 결정할 경우 결석의 크기, 위치, 개수, 환자의 상태나 해부학적 특징 등을 고려하게 된다. 기존의 요관내시경 수술법과 동일하게, 마취가 불가능하거나 수술이 불가능한 상태인 경우를 제외하고 RIRS 수술은 특별한 금기증이 없다는 점이 장점이다. 콩팥결석의 치료에서 RIRS는 PCNL과 ESWL의 단점을 보완해가며 Table 1과 같은 경우에 고려해볼 수 있다.

유럽비뇨기과학회의 가이드라인에서 제시한 15 mm라는 기준은[6,14], 앞서 언급한 요인들에 의해 기준이 변할 수 있다. 최근에는 전세계적으로 직경이 10 mm부터 최대 30 mm까지의 콩팥결석까지도 RIRS를 우선 고려하는 추세이다[15,16]. RIRS의 가장 큰 장점으로는 양측 콩팥 및 요관에 분포하는 결석들을 한번의 수술로 효과적이고 안전하게 제거할 수 있다는 점이며[17,18], ESWL 시행 후 자연 배출률이 매우 떨어지는 해부학적 특징을 가진 하부 콩팥관 내 결석의 경우에도 내시경 하에서 레이저로 분쇄하여 제거하면 효과적이라는 장점이 있다[6]. 이러한 하부 콩팥관 내 결석의 경우 PCNL을 우선적으로 고려해 왔으나 최근에는

**Table 1.** Possible indications of surgery using a flexible ureterorenoscope for renal stones

Indications for retrograde intrarenal surgery
Mid-sized renal stones not appropriate for ESWL or PCNL
Failed ESWL or ESWL-resistant stones
Radiolucent stones
Anatomical abnormalities e.g., steep infundibular-pelvic angle, long lower pole calyx or narrow infundibulum
Concomitant renal and ureteral stones
Complete removal of bilateral stones in a single session
Multiple renal stones including nephrocalcinosis
Bleeding disorders
Socioeconomic status which needs complete stone removal e.g., pilot
Percutaneous antegrade approach for ureter stones in patients who underwent urinary diversion
Combined or ancillary procedures following PCNL
Patient habitus: obesity, comorbidities unfit for prone anesthetic positions

ESWL, extracorporeal shock-wave lithotripsy; PCNL, percutaneous nephrolithotomy.

RIRS가 대등한 성적을 보여주고 있다[19,20].

피부를 관통하여 PCNL을 시행하면서 환자에게 혈관손상을 유발할 가능성이 있는 경우 RIRS는 안전한 대체수술이 될 수 있으며 아스피린을 복용하는 환자에게도 수술이 가능하며[21], 혈액질환이나 항응고제 치료를 받는 경우는 ESWL과 PCNL의 금기증이므로 RIRS를 고려하게 된다[22]. 요관협착이 있거나 장루로 소변을 배출하는 경우, 인공방광을 만드는 개복수술 등을 시행받아 요도를 통한 역행성 접근이 어려운 환자라면 경피적 통로를 통하여 연성 내시경을 사용하는 방법도 가능하다[23,24]. 이러한 경우에는 연성 내시경이 통과할 정도의 3~4 mm 정도 구멍만 뚫으면 되므로 결석이 크지 않은 경우 효과적으로 결석을 제거할 수 있다[23,24].

### 2. 콩팥 및 요관 종양수술의 치료

콩팥갈대기 및 요관 부위에 발생한 종양(upper urinary tract urothelial cancer, UTUC)의 병기가 매우 낮고 범위가 넓지 않은 경우 RIRS 레이저치료를 조심스럽게 고려할 수 있다. 내시경을 이용한 UTUC 레이저치료는 1980년대에 처음 시도되었는데[25], 콩팥 한쪽을 절제한 이후 반대편 콩팥이나 요관에 극히 적은 범위로 발생한 종양이나, 수술 및 약물치료를 시행하기 어려운 경우와 같이 제한적인 경우에서 기존의 콩팥을 보존하고자 고려하는 수술방법이다[26].

레이저를 이용하여 종양조직을 태우고 절제하는 과정에서 여러 제한점이 존재한다[26]. 콩팥갈대기 부위나 요관의 근육층이 방광보다 더 얇아서 종양조직이 바깥으로 퍼지기 쉬울 뿐만 아니라[27] 조직검사로 얻어내는 조직의 양이 적어 진단의 정확성이 떨어지므로 많게는 25%까지 병기가 실제와 다르게 나오기도 한다. 또한 종양조직과 정상조직의 구분이 아직 명확하지 않아 미세한 종양을 놓치는 경우도 50%까지 보고되고 있다[28]. 이에 대해 표재성 종양의 진단율을 높일 수 있는 Storz professional image enhancement system 기능이나 narrow-band image 등과 같은 신기술이 내시경에 탑재되면서 점차 종양의 진단 및 완치율을 더 높일 것으로 기대하고 있지만 아직 가야 할 길이 먼 상황이다[5]. 그러한 이유로 아직까지는 레이저 치료보다는 근치적인 콩팥 및 요관 적출술이 표준적인 치료로 받아들여지고 있다.

## 수술 전후 평가와 관리

### 1. 수술 전 평가 및 상담

콩팥 내 결석의 분포나 크기, 콩팥갈대기 및 콩팥잔의 형태는 매우 다양하다. 결석의 위치에 따라 일부에서는 결석의 완벽한 제거가 곤란한 경우도 분명 존재한다. 이때 결석의 완벽한 제거만을 기대하고 찾아오는 환자들에게 RIRS를 통한 결석수술의 성공률을 예측하는 것은 수술 전 환자들과의 상담에 매우 중요하다[29]. 특히 결석이 콩팥 내 계실 안에 존재하거나 수술 기왕력으로 결석에 접근이 전혀 불가능한 경우 등과 같이 기존의 컴퓨터단층촬영이나 Intravenous pyelography와 같은 이미지 영상에서는 예측이 완벽하지 않을 수 있어 이 경우 ESWL을 아무리 여러 차례 시행하더라도 결국 치료실패를 경험하게 된다. RIRS의 경우 콩팥 내로 직접 내시경을 집어넣어 결석으로의 접근을 시도하고 결석제거 가능여부를 판단할 수 있다. 또한 결석이 나오는 통로가 좁아져 있다면 레이저를 통하여 통로를 넓힘으로써 결석제거율을 높일 수 있다는 것은 RIRS의 장점 중 하나이다.

모든 경우를 고려하기는 현실적으로 어려우나 국내에서 개발되어 사용되고 있는 성공률 예측을 위한 시스템(Seoul National University Renal Stone Complexity scoring system for RIRS)을 소개하고자 한다. 이 시스템은 콩팥갈대기 및 콩팥잔을 9개의 공간으로 나누어 결석의 유무에 따라 총 1점에서 12점까지 점수를 매긴다[29,30]. 점수가 높으면 결석의 분포가 넓어 수술 성공률이 감소하는데 외래에서 환자를 면담하면서 간단히 점수를 산정할 수 있어 그 사용이 확대되고 있다.

### 2. 수술성적: 결석 제거율 및 합병증 발생률

기존의 연구에서 RIRS는 73.6%에서 94.1%의 높은 수술성공률을 보여주고 있다[31]. 합병증 발생률은 0-25%로 낮은 편이며 합병증의 중증도가 기타 수술에 비해 낮은 편이다. 흔한 합병증으로는 고열(2-28%), 항생제의 추가 사용(4-5%), 패혈증(3-5%) 등이 있으며, 드문 합병증으로는 혈뇨(<5%), 잔석에 의한 요로폐색 및 요관손상(<2%) 등이 있다.

### 3. 콩팥기능의 보존

기존 연구에서 콩팥기능은 혈액검사, 소변검사 등으로 주로 평가되었으며 콩팥수술을 통한 결석제거가 수술 전후의 콩팥기능에 긍정적인 효과가 있다고 다수 논문에서 보고되었다[32,33]. 최근 본 저자는 99mTc-DTPA (diethylenetriamine pentaacetic acid)나 99mTc-DMSA (technetium-99m dimercaptosuccinic acid) 검사를 통하여 콩팥결석 수술 전후로 좌우의 분리신기능 변화를 분석한 결과를 최초로 보고하였다[34]. 이에 따르면 콩팥결석의 직경이 10 mm보다 큰 경우 환자 중 3분의 1에서 수술전의 콩팥기능이 유의하게 감소한 소견을 보였다(148명 중 53명, 35.8%). 이후 환자들에게 콩팥결석 제거술을 시행하였을 때 58.5%의 환자(53명 중 31명)에서 콩팥기능이 호전되었다. 이는 환자에게 결석 관련 증상이 뚜렷이 없다고 해도 콩팥결석을 방치했을 경우 크기가 큰 콩팥결석의 경우에는 콩팥기능의 손상이 35.8%에서 일어나고 있으며 결석제거술을 시행함으로써 58.5% 환자의 콩팥기능을 호전시킬 수 있다는 가능성을 보여준다.



## 수술방법과 원칙

### 1. 수술술기의 향상

RIRS는 초보자가 술기를 혼자 익히기에는 까다로운 수술이다. 연성 내시경의 내구성이 떨어지고 기구의 종류도 다양해서 적절한 조합을 정하고 기구의 정확한 사용법을 숙지해야 하기 때문이다. 국내에서는 아직도 숙련되지 않은 비뇨기와 의사도 결석수술을 쉽게 시행할 수 있다는 잘못된 인식으로 인해 연성 내시경 기구를 반복적으로 초기에 파손시키다 보니 수술을 연속성 있게 시행하기도 힘들고 RIRS 수술이 필요한 환자가 외래를 방문해도 다른 치료방법을 권유해야 하는 웃지 못할 상황이 벌어지고 있다. 이러한 시행착오를 줄이기 위해 본 저자는 수년 전에 초기 100례의 경험을 보고하여 학습곡선의 극복을 위한 수술방법을 소개하였고 적절한 수술효율 수준을 제시한 바 있다[15].

### 2. 치료과정

여기에서는 일반적인 수술과정을 제시하고자 한다. 전신 혹은 척추마취 상태에서 환자는 천장을 보고 누운 채로 다리를 벌려 양와위 자세를 취한다. 요도를 통해 방광 및 요관 내시경을 삽입한 뒤 가이드와이어를 요관구에 순차적으로 넣고 이를 통해 내시경의 요관으로의 접근을 돕는 ureteral access sheath를 삽입하게 된다. 이 sheath 내부로 연성 내시경을 자유롭게 삽입하여 콩팥 내 결석이나 종양을 찾아내고 Holmium: YAG laser를 통해 결석을 파쇄하거나 종양을 절제하여 체외로 제거하게 된다. 이후 콩팥에서 소변이 잘 배출될 수 있도록 요관 카테터를 삽입한 뒤 1-2주 뒤 이관을 제거하게 된다.

### 3. 수술과정의 논의점

#### 1) 요관카테터의 사전 거치

요관이 좁아져 있다면 연성 내시경의 삽입이 어려울 수 있다. 기존 연구에서 수술 1-2주 전에 요관카테터를 거치시킨 뒤 수술을 진행하는 것이 요관을 사전에 확장시키고 요관협착 여부를 판단할 수 있어 수술 성공률을 높이고 수술시간을 줄일 수 있다는 결과가 보고된 바 있다[35,36]. 하지만 이러

한 술식은 환자에게 요관카테터 거치 기간을 늘리고 시술 횟수를 늘리는 단점이 있어 논란의 여지가 있다[37].

#### 2) Ureteral access sheath

이에 대한 적응증이 정해진 바는 없다. 하지만 sheath를 거치함으로써 수술 성공률을 높일 수 있으며[38,39], 연성 내시경을 자유롭게 넣고 뺄 수 있고, 관류액의 흐름이 좋아진다는 편리성 때문에 많이 사용되고 있다[40]. 큰 구경의 sheath를 사용하면 요관 손상의 가능성이 높아 최대한 작은 구경의 sheath를 삽입하거나 연성 내시경을 자주 삽입하고 제거해야 할 필요가 없는 경우에는 sheath를 사용하지 않는 것도 적절히 고려되어야 한다[35,36]. Sheath의 종류는 매우 다양하며[41] 일반적으로 내경이 10-12 Fr의 sheath를 사용하고 있다[42].

#### 3) Holmium 레이저

결석을 제거하는데 가장 중요한 수단으로 인식되고 있다[6]. Holmium 레이저는 광학 fiber 부위와 이를 둘러싼 플라스틱 재질의 껍질로 이뤄져 있으며 열 발생 및 충격과 발생으로 인한 음향결합이 결석분쇄의 주요 기전으로 알려져 있다[43]. Holmium 레이저를 이용한 수술법은 출력(W), 빈도수(Hz), 파장의 길이, 그리고 사용되는 레이저 fiber의 굵기 모두에 영향을 받으며 수술기법에 따른 적절한 설정값을 결정하는 것이 중요하다[44].

### 4. RIRS 수술의 향후 전망

#### 1) 수술기법의 병합

콩팥 내 해부학적 구조가 복잡하고 결석의 분포가 워낙 다양하다보니 RIRS와 다른 치료방법을 병행하는 것이 효과적일 수 있다[45,46]. 복잡한 구조로 이루어진 큰 결석을 제거하는데 RIRS와 PCNL을 병합(endoscopic combined intrarenal surgery using flexible ureteroscopy and percutaneous nephrolithotomy)하거나, RIRS 도중 ESWL을 시행하는 방법(extracorporeal lithotripsy endoscopically controlled by ureterorenoscopy)이 효과적일 수 있다고 보고되고 있다[45,46]. 이러한 방법은 경피적인 구멍을 2-3개 이상 불필요하게 시행해야 하는 필요성을 낮추고 한번의 수술로 최대한의 결석을 제거할 수 있는 방법으로 소

개되고 있다. 또한 콩팥잔 내 계실 안에 위치하여 제거가 매우 어려운 결석의 경우에도 RIRS와 PCNL을 함께 활용하여 제거하기도 한다[47].

## 2) 로봇을 활용한 RIRS

새롭게 개발되고 있는 로봇을 이용한 RIRS는 수술성적을 향상시킨다고 보기는 어려우나, 술자의 수술 편의성 및 기구의 안전성을 증가시키는 것으로 보고되었다[48]. 로봇 RIRS는 아직 기술적인 보완과정을 거치고 있어 향후 주목할만한 수술기구로 자리잡을 예정이다.

## 결론

연성 내시경기구 및 기술의 발달로 적용범위가 급격히 증가한 RIRS 수술은 상부요로 결석 및 종양의 제거에 매우 효과적이며 안전한 치료방법으로 각광받을 것으로 보인다. RIRS 수술은 환자 및 질병의 상태, 기구의 상태, 수술 효율성 등을 고려하여 좀더 적극적으로 활용되어야 하는 상황이며 이는 환자와 의사에게 모두 도움이 될 것이다.

**찾아보기말:** 요로결석; 결석 분쇄; 레이저; 악성종양 이행세포; 수술기구

## ORCID

Sung Yong Cho, <http://orcid.org/0000-0001-9271-6951>

Hyeon Jeong, <http://orcid.org/0000-0002-0744-1402>

Min Chul Cho, <http://orcid.org/0000-00017288-1706>

Juhyun Park, <http://orcid.org/0000-0002-5549-9756>

Hwancheol Son, <http://orcid.org/0000-0001-5033-0153>

## REFERENCES

- Marshall VF. Fiber optics in urology. *J Urol* 1964;91:110-114.
- Bagley D, Erhard M. Use of the holmium laser in the upper urinary tract. *Tech Urol* 1995;1:25-30.
- Conlin MJ, Marberger M, Bagley DH. Ureteroscopy: development and instrumentation. *Urol Clin North Am* 1997;24:25-42.
- Shah K, Monga M, Knudsen B. Prospective randomized trial comparing 2 flexible digital ureteroscopes: ACMI/Olympus Invisio DUR-D and Olympus URF-V. *Urology* 2015;85:1267-1271.
- Traxer O, Geavlete B, de Medina SG, Sibony M, Al-Qahtani SM. Narrow-band imaging digital flexible ureteroscopy in detection of upper urinary tract transitional-cell carcinoma: initial experience. *J Endourol* 2011;25:19-23.
- Turk C, Knoll T, Petrik A, Sarica K, Skolarikos A, Straub M, Seitz C. Guidelines on urolithiasis [Internet]. Arnhem: European Association of Urology; 2014 [cited 2015 Jan 5]. Available from: <http://uroweb.org/guideline/urolithiasis/>.
- Argyropoulos AN, Tolley DA. Evaluation of outcome following lithotripsy. *Curr Opin Urol* 2010;20:154-158.
- Danuser H, Muller R, Descoeudres B, Dobry E, Studer UE. Extracorporeal shock wave lithotripsy of lower calyx calculi: how much is treatment outcome influenced by the anatomy of the collecting system? *Eur Urol* 2007;52:539-546.
- Aboumarzouk OM, Monga M, Kata SG, Traxer O, Somani BK. Flexible ureteroscopy and laser lithotripsy for stones >2 cm: a systematic review and meta-analysis. *J Endourol* 2012;26:1257-1263.
- Handa RK, Bailey MR, Paun M, Gao S, Connors BA, Willis LR, Evan AP. Pretreatment with low-energy shock waves induces renal vasoconstriction during standard shock wave lithotripsy (SWL): a treatment protocol known to reduce SWL-induced renal injury. *BJU Int* 2009;103:1270-1274.
- Olvera-Posada D, Tailly T, Alenezi H, Violette PD, Nott L, Denstedt JD, Razvi H. Risk factors for postoperative complications of percutaneous nephrolithotomy at a tertiary referral center. *J Urol* 2015;194:1646-1651.
- Kyriazis I, Panagopoulos V, Kallidonis P, Ozsoy M, Vasilas M, Liatsikos E. Complications in percutaneous nephrolithotomy. *World J Urol* 2015;33:1069-1077.
- Chubak B, Stern JM. An unusual presentation of colon perforation following percutaneous nephrolithotomy. *Can Urol Assoc J* 2014;8:E862-E866.
- Keeley FX Jr, Tilling K, Elves A, Menezes P, Wills M, Rao N, Feneley R. Preliminary results of a randomized controlled trial of prophylactic shock wave lithotripsy for small asymptomatic renal calyceal stones. *BJU Int* 2001;87:1-8.
- Cho SY, Choo MS, Jung JH, Jeong CW, Oh S, Lee SB, Son H, Jeong H. Cumulative sum analysis for experiences of a single-session retrograde intrarenal stone surgery and analysis of predictors for stone-free status. *PLoS One* 2014;9:e84878.
- Wilhelm K, Hein S, Adams F, Schlager D, Miernik A, Schoenthaler M. Ultra-mini PCNL versus flexible ureteroscopy: a matched analysis of analgesic consumption and treatment-related patient satisfaction in patients with renal stones 10-35 mm. *World J Urol* 2015;33:2131-2136.
- Alkan E, Avci E, Ozkanli AO, Acar O, Balbay MD. Same-session bilateral retrograde intrarenal surgery for upper urinary system stones: safety and efficacy. *J Endourol* 2014;28:757-762.

18. Goldberg H, Holland R, Tal R, Lask DM, Livne PM, Lifshitz DA. The impact of retrograde intrarenal surgery for asymptomatic renal stones in patients undergoing ureteroscopy for a symptomatic ureteral stone. *J Endourol* 2013;27:970-973.
19. Zhang W, Zhou T, Wu T, Gao X, Peng Y, Xu C, Chen Q, Song R, Sun Y. Retrograde intrarenal surgery versus percutaneous nephrolithotomy versus extracorporeal shockwave lithotripsy for treatment of lower pole renal stones: a meta-analysis and systematic review. *J Endourol* 2015;29:745-759.
20. Ozturk U, Sener NC, Goktug HN, Nalbant I, Gucuk A, Imamoglu MA. Comparison of percutaneous nephrolithotomy, shock wave lithotripsy, and retrograde intrarenal surgery for lower pole renal calculi 10-20 mm. *Urol Int* 2013;91:345-349.
21. Aboumarzouk OM, Somani BK, Monga M. Flexible ureteroscopy and holmium:YAG laser lithotripsy for stone disease in patients with bleeding diathesis: a systematic review of the literature. *Int Braz J Urol* 2012;38:298-305.
22. Leavitt DA, Theckumparampil N, Moreira DM, Elsamra SE, Waingankar N, Hoenig DM, Smith AD, Okeke Z. Continuing aspirin therapy during percutaneous nephrolithotomy: unsafe or under-utilized? *J Endourol* 2014;28:1399-1403.
23. Zhong W, Yang B, He F, Wang L, Swami S, Zeng G. Surgical management of urolithiasis in patients after urinary diversion. *PLoS One* 2014;9:e111371.
24. Stuurman RE, Al-Qahtani SM, Cornu JN, Traxer O. Antegrade percutaneous flexible endoscopic approach for the management of urinary diversion-associated complications. *J Endourol* 2013;27:1330-1334.
25. Orihuela E, Smith AD. Percutaneous treatment of transitional cell carcinoma of the upper urinary tract. *Urol Clin North Am* 1988;15:425-431.
26. Bagley DH, Grasso M 3rd. Ureteroscopic laser treatment of upper urinary tract neoplasms. *World J Urol* 2010;28:143-149.
27. Stewart GD, Bariol SV, Grigor KM, Tolley DA, McNeill SA. A comparison of the pathology of transitional cell carcinoma of the bladder and upper urinary tract. *BJU Int* 2005;95:791-793.
28. Yamany T, van Batavia J, Ahn J, Shapiro E, Gupta M. Ureteroscopy for upper tract urothelial carcinoma: how often are we missing lesions? *Urology* 2015;85:311-315.
29. Jung JW, Lee BK, Park YH, Lee S, Jeong SJ, Lee SE, Jeong CW. Modified Seoul National University Renal Stone Complexity score for retrograde intrarenal surgery. *Urolithiasis* 2014;42:335-340.
30. Park J, Kang M, Jeong CW, Oh S, Lee JW, Lee SB, Son H, Jeong H, Cho SY. External validation and evaluation of reliability and validity of the modified Seoul National University Renal Stone Complexity Scoring System to predict stone-free status after retrograde intrarenal surgery. *J Endourol* 2015;29:888-893.
31. De S, Autorino R, Kim FJ, Zargar H, Laydner H, Balsamo R, Torricelli FC, Di Palma C, Molina WR, Monga M, De Sio M. Percutaneous nephrolithotomy versus retrograde intrarenal surgery: a systematic review and meta-analysis. *Eur Urol* 2015;67:125-137.
32. Chou YH, Li CC, Hsu H, Chang WC, Liu CC, Li WM, Ke HL, Lee MH, Liu ME, Pan SC, Wang HS. Renal function in patients with urinary stones of varying compositions. *Kaohsiung J Med Sci* 2011;27:264-267.
33. Giusti G, Proietti S, Cindolo L, Peschechera R, Sortino G, Berardinelli F, Taverna G. Is retrograde intrarenal surgery a viable treatment option for renal stones in patients with solitary kidney? *World J Urol* 2015;33:309-314.
34. Piao S, Park J, Son H, Jeong H, Cho SY. Evaluation of renal function in patients with a main renal stone larger than 1 cm and perioperative renal functional change in minimally invasive renal stone surgery: a prospective, observational study. *World J Urol* 2016;34:725-732.
35. Netsch C, Knipper S, Bach T, Herrmann TR, Gross AJ. Impact of preoperative ureteral stenting on stone-free rates of ureteroscopy for nephroureterolithiasis: a matched-paired analysis of 286 patients. *Urology* 2012;80:1214-1219.
36. Chu L, Farris CA, Corcoran AT, Averch TD. Preoperative stent placement decreases cost of ureteroscopy. *Urology* 2011;78:309-313.
37. Lange D, Bidnur S, Hoag N, Chew BH. Ureteral stent-associated complications: where we are and where we are going. *Nat Rev Urol* 2015;12:17-25.
38. Traxer O, Wendt-Nordahl G, Sodha H, Rassweiler J, Meretyk S, Tefekli A, Coz F, de la Rosette JJ. Differences in renal stone treatment and outcomes for patients treated either with or without the support of a ureteral access sheath: the Clinical Research Office of the Endourological Society Ureteroscopy Global Study. *World J Urol* 2015;33:2137-2144.
39. Berquet G, Prunel P, Verhoest G, Mathieu R, Bensalah K. The use of a ureteral access sheath does not improve stone-free rate after ureteroscopy for upper urinary tract stones. *World J Urol* 2014;32:229-232.
40. Ng YH, Somani BK, Dennison A, Kata SG, Nabi G, Brown S. Irrigant flow and intrarenal pressure during flexible ureteroscopy: the effect of different access sheaths, working channel instruments, and hydrostatic pressure. *J Endourol* 2010;24:1915-1920.
41. Sarkissian C, Noble M, Li J, Monga M. Patient decision making for asymptomatic renal calculi: balancing benefit and risk. *Urology* 2013;81:236-240.
42. Mogilevkin Y, Sofer M, Margel D, Greenstein A, Lifshitz D. Predicting an effective ureteral access sheath insertion: a bicenter prospective study. *J Endourol* 2014;28:1414-1417.
43. Chan KF, Vassar GJ, Pfefer TJ, Teichman JM, Glickman RD, Weintraub ST, Welch AJ. Holmium:YAG laser lithotripsy: a dominant photothermal ablative mechanism with chemical decomposition of urinary calculi. *Lasers Surg Med* 1999;25:22-37.
44. Prabhakar M. Retrograde ureteroscopic intrarenal surgery for large (1.6-3.5 cm) upper ureteric/renal calculus. *Indian J Urol* 2010;26:46-49.
45. Hamamoto S, Yasui T, Okada A, Koiwa S, Taguchi K, Itoh Y,

Kawai N, Hashimoto Y, Tozawa K, Kohri K. Efficacy of endoscopic combined intrarenal surgery in the prone split-leg position for staghorn calculi. *J Endourol* 2015;29:19-24.

46. Traxer O, Letendre J. Extracorporeal lithotripsy endoscopically controlled by ureterorenoscopy (LECURS): a new concept for the treatment of kidney stones-first clinical experience using digital ureterorenoscopes. *World J Urol* 2014;32:715-721.

47. Palmero JL, Miralles J, Garau C, Nuno de la Rosa I, Amoros A, Benedicto A. Retrograde intrarenal surgery (RIRS) in the treatment of calyceal diverticulum with lithiasis. *Arch Esp Urol* 2014;67:331-336.

48. Saglam R, Muslumanoglu AY, Tokatlı Z, Caşkurlu T, Sarica K, Taşçı AI, Erkurt B, Suer E, Kabakci AS, Preminger G, Traxer O, Rassweiler JJ. A new robot for flexible ureteroscopy: development and early clinical results (IDEAL stage 1-2b). *Eur Urol* 2014;66:1092-1100.

## Peer Reviewers' Commentary

요로결석과 상부요로종양치료에 대한 신기술 중 하나인 연성 내시경 수술(RIRS)을 정리해 소개한 의의있는 논문이다. 요로결석은 평생유병률이 3.5%로 흔한 질환이다. 콩팥결석의 경우, 대표적인 치료법인 ESWL은 신하극 결석에 대한 성공률이 낮고, PCNL 수술은 전신마취를 해야하며 출혈경향이 있는 경우엔 금기인 단점이 있다. RIRS는 이런 단점을 극복할 수 있는 수술방법이다. 본 논문에서는 연성 내시경을 이용한 콩팥결석 수술의 적응증, 치료 성적, 수술 방법, 논의점 및 향후 전망을 정리하였다. 또한 콩팥 내 요로상피암의 치료에 대한 역할에 대해서도 소개하고 있다. 연성 내시경의 최소침습적인 특성으로 더 많은 환자들에게 혜택이 늘어나길 기대해본다.

[정리: 편집위원회]