

# 로봇 보조 복강경 부분신절제술

## Robot-assisted Laparoscopic Partial Nephrectomy

Sung Yul Park, Hyung Joon Kim, Joo Wan Seo, Kang Su Cho, Won Sik Ham, Koon Ho Rha

From the Department of Urology, Urological Science Institute and Brain Korea 21 Project for Medical Science, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

**Purpose:** Laparoscopic partial nephrectomy is a treatment option for small renal masses. However, such time-consuming techniques such as tumor excision, hemostasis and intracorporeal suturing are still challenging procedures even for experienced laparoscopists. Incorporation of a robotic system would facilitate tumor excision, hemostasis and intracorporeal suturing. Herein, we review our technique and the short term outcomes for robot-assisted laparoscopic partial nephrectomy (RLPN).

**Materials and Methods:** Eleven patients underwent RLPN for small renal masses. RLPN were performed with the da Vinci<sup>®</sup> robot system (Intuitive Surgical, Sunnyvale, USA) with three robot arms. In 7 cases, the renal hilum was clamped. Tumor excision and intracorporeal suturing were performed entirely with the robotic system. The specimen was extracted through the extended umbilical port incision.

**Results:** The mean tumor diameter was 2.5±1.5cm. The mean operative time was 179.5±49.4 minutes and the mean estimated blood loss was 354.5±440.7ml. The mean warm ischemia time was 30.4±5.9 minutes for 7 patients. There were no major complications. The surgical pathology showed clear cell type renal cell carcinoma in 7, papillary type renal cell carcinoma in 1, angiomyolipoma in 2 and lipoma in 1. There were no positive surgical margins. The mean hospital stay was 4.2±1.3 days. No recurrence had been observed after 3 to 18 months of follow-up.

**Conclusions:** We were able to verify the feasibility and safety of using a RLPN in the management of small renal masses. Longer follow-up data and larger prospective studies are necessary to confirm these results. (Korean J Urol 2008;49:387-391)

**Key Words:** Robotics, Nephrectomy, Kidney neoplasms

대한비뇨기과학회지  
제 49 권 제 5 호 2008

연세대학교 의과대학  
비뇨기과학교실, 비뇨의과학연구소,  
두뇌한국21사업단

박성열 · 김형준 · 서주완  
조강수 · 함원식 · 나군호

접수일자 : 2007년 12월 7일  
채택일자 : 2008년 4월 4일

교신저자: 나군호  
연세대학교 의과대학  
비뇨기과학교실  
서울시 서대문구 신촌동 134  
☎ 120-752  
TEL: 02-2228-2318  
FAX: 02-312-2538  
E-mail: khrha@yuhs.ac

### 서 론

최근 건강 검진의 증가와 진단 도구의 발달로 인해 무증상의 크기가 작고 우연히 발견되는 신세포암의 빈도가 증가하면서 부분신절제술의 시행도 증가하고 있다. 부분신절제술의 전통적인 적응증인 단일신, 양측 신장에 생긴 신세포암 또는 신세포암 유발 빈도가 높은 유전적 질환을 가진 환자 이외에도 대측 신기능이 정상인 크기가 작은 국소암에 대해서도 부분신절제술이 시도되고 있다.

비뇨기과 영역에서 복강경 근치적 신적출술은 개복 근치

적 신적출술과 비교할 때 안정성 및 효율성에서 차이가 없음이 이미 여러 기관의 연구에서 확인되어 활발하게 시행되고 있다. 복강경 술기의 발전으로 복강경 부분신절제술의 빈도 역시 증가하는 추세이다. 복강경 수술은 빠른 회복으로 인한 재원기간의 감소, 미용적인 요소, 술 후 위험도의 감소 등의 장점을 가지고 있어 많은 영역에서 개복술을 대체하고 있다. 하지만 2차원적 영상, 술기 습득의 어려움, 수술 시간의 연장이 주된 문제점으로 제기되고 있다.

최근 로봇이 수술에 이용되면서, 비뇨기과 영역에서는 전립선적출술이 전세계적으로 활발하게 시행되고 있다. 수술법에 사용되는 da Vinci<sup>®</sup> robot system (Intuitive Surgical,

Sunnyvale, USA)은 6개 자유도의 움직임을 가지는 Endo-Wrist<sup>®</sup>, 고화질의 3차원적 입체영상, 직관적 움직임, 자연스러운 손 떨림의 제거의 특징을 가지고 있어 복강경에 비해 종물의 절제나 봉합이 용이하고 정확한 장점이 있다. 이미 전립선적출술 외에도 신우성형술, 근치적 신적출술, 신이식술 그리고 부분신절제술에도 적용되고 있으며,<sup>1,3</sup> 국내에서도 2006년 처음으로 로봇 보조 복강경 부분신절제술이 성공적으로 이루어졌다.<sup>4</sup> 저자들은 11례의 로봇 보조 복강경 부분신절제술을 시행하였기에 초기 결과 및 저자들의 술기를 보고하고자 한다.

**대상 및 방법**

**1. 대상**

2006년 9월부터 2007년 12월까지 11례의 로봇 보조 복강경 부분신절제술을 시행하였다. 모든 수술은 단일 술자에 의해 da Vinci<sup>®</sup> robot system (Intuitive Surgical, Sunnyvale, USA)으로 시행되었으며, 모두 복강을 통하여 수술하였다. 모든 환자는 대측 신기능이 정상이었고, 7례에서 신문부를 겸자하였다. 남자가 4명, 여자가 7명이었고, 평균 연령은 48.6±12.8세였으며, 평균 체질량지수는 24.1±2.6kg/m<sup>2</sup>이었다. 수술 후의 임상경과와 단기 수술 결과를 후향적으로 조사하였다.

**2. 수술방법**

1) 체위 및 포트 삽입: 전신마취하에 비강튜브 및 16Fr 도뇨관을 삽입한 후 양팔은 몸통 옆에 고정한 후 환자를 측와위로 눕혔다. 환자 몸의 압력 부위마다 충분한 padding을 하

고 부착테이프를 이용하여 테이블과 팔, 다리 부위를 고정하였다. Veress 바늘로 제대직상부에 기복 형성을 위해 이산화탄소를 주입한 후, 제대직상부에 12mm 카메라용 포트를 삽입한 후, 직시하에 제대부와 검상돌기와의 사이와 복근 외측에 제대부와 전상장골극 사이 지점에 카메라 포트와 8cm 간격을 두어 각각 8mm 로봇용 포트를 삽입하였다. 또한 카메라 포트와 외측 로봇 포트 사이에 보조수용 12mm 포트를 삽입하였다 (Fig. 1).

2) 신장의 이동성 확보: 복강 내 장기와 Gerota 근막과의 경계면을 박리하여 신장을 노출하고 대장 외측 Toldt line을 따라 신상부로부터 골반강 입구 부위까지 박리하여 대장을 내측으로 위치시켰다. 후복막강 부위에서 요관을 확인한 후 후복막강의 후면을 박리하고, 노출된 요관을 따라 신문부 혈관 쪽으로 접근하였다. 보조수가 복강경용 grasper를 이용하여 신장을 들어올린 후, 신문부 혈관 주위의 지방이나 림프조직 등의 부착된 조직을 로봇 scissor와 bipolar forcep을 이용하여 제거 후 신정맥과 신동맥을 각각 노출시켜 신장의 이동성을 확보하였다. 술 중 초음파를 이용하여 종양의 정확한 위치 및 깊이를 확인하고 경계를 표시하였다.

3) 로봇을 이용한 종양 절제 및 봉합: 신문부의 겸자는 모두 복강경용 Bulldog clamp를 이용하였으며, 보조수용 포트를 이용하여 시행하였다. 신문부의 겸자 시 추가적인 약물투여나 냉각을 시행하지는 않았다. 초기 3례에서는 신동맥과 신정맥을 각각 겸자하였고, 그 후부터는 신동맥과 신정맥을 동시에 2개의 Bulldog clamp를 이용해서 겸자하였다. 신종물이 비교적 작고 신피질로 튀어나온 종양의 경우에는 신문부 겸자를 시행하지 않았다. 종양 주위를 cold scissor를 이용하여 절제하였다 (Fig. 2). 일부 출혈은 bipolar forcep으로 전기 소작하였다. 종양 절제면에서 생검하여 동결절편검사로 내보냈다. 양측 로봇팔을 needle driver로 교체한 뒤, 2-0 Vicryl<sup>®</sup> 봉합사를 이용하여 단속 봉합하였다

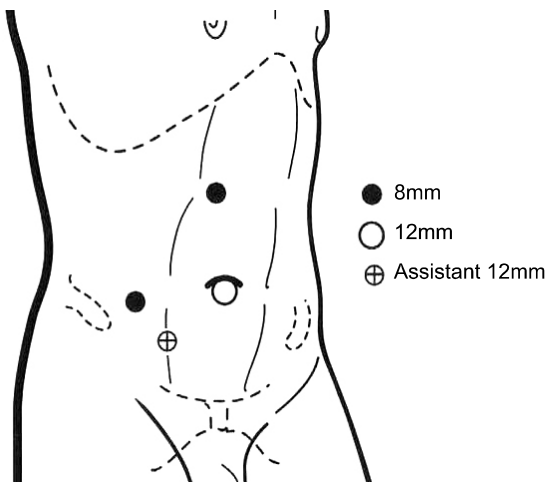


Fig. 1. Port placement during robot-assisted laparoscopic left partial nephrectomy.



Fig. 2. Left renal mass excision with the robotic instruments.

(Fig. 3). 봉합 부위에 Surgicel<sup>®</sup>을 위치시킨 후, glue로 봉합한 부위를 강화하였다. 온전하게 적출된 조직을 체외로 제거하기 위해 카메라 포트를 통해 entrapment bag을 복강 내에 유지시키고 적출된 신장을 bag 안으로 밀어 넣은 후, 포트를 확장하여 절제된 종양을 제거하였다. 카메라 포트의 근막을 봉합하고 다시 기복을 형성하여 보조수 포트 부위로 카메라를 위치시켜 출혈 여부를 확인한 후, 배액관을 유지하고 나머지 포트를 제거하고 포트 부위를 봉합한 다음 수술을 마쳤다.

**결 과**

종물의 평균 직경은 2.5±1.5cm였다. 전체 수술 시간은 평균 179.5±49.4분이었으며, 술 중 예측 실혈량은 평균 354.5±440.7ml였다. 신문부 검사를 했던 7례의 평균 온허혈시간은



Fig. 3. Suture closure, with using 2-0 Vicryl<sup>®</sup>, of the renal defect with using robotic instruments.

30.4±5.9분이었다. 개복수술로 전환한 경우는 없었으나, 출혈이 심하여 전적출술로 전환한 경우가 1례 있었다. 수술 후 전적출술을 시행한 1례에서 수혈이 있었고, 그밖에 요증, 주변 장기 손상 등의 합병증은 없었다. 병리학적 검사에서 7례는 투명세포암종, 1례는 유두신세포암, 2례는 혈관근육지방종, 1례는 지방종이었으며 절제면은 모두 음성이었다. 평균 술 후 1.4±0.5일부터 정상 식이를 하였고, 평균 재원기간은 4.2±1.3일이었다. 평균 추적관찰기간은 7개월(3-18)로 모든 환자의 혈중 크레아티닌은 정상 범위 내에 있었고, 흉부 X-ray와 복부 전산화 단층촬영술 결과 국소재발이나 전이의 소견은 관찰되지 않았다. 각 환자의 정보는 Table 1에 기술하였다.

**고 찰**

복강경 부분신절제술은 종물의 절제와 봉합의 어려움뿐만 아니라 절제면의 지혈이 어렵고 신동맥을 검사할 경우 온허혈시간이 유발되기 때문에 많은 비뇨기과 의사들에게 어려운 복강경 수술로 인식되어 있다.<sup>5</sup>

로봇 수술에 사용되는 da Vinci<sup>™</sup> robot system은 7개 자유도의 움직임을 가지는 EndoWrist<sup>®</sup>, 고화질의 3차원적 입체영상, 직관적 움직임, 자연스러운 손 떨림의 제거 등의 장점으로 복강경 부분신절제술에 비해 보다 쉽고 빠르게 종물의 절제와 봉합을 할 수 있다.<sup>6</sup> 로봇 보조 복강경 부분신절제술의 단점은 일반적인 로봇 수술의 단점인 고가이고 축각되덕임이 없으며 설치의 시간이 필요하다는 점이 있다.<sup>7</sup> 또한 로봇 보조 복강경 부분신절제술의 특수한 단점으로 술자가 무소독 상태로 술장에서 떨어져 있게 때문에 응급 상황에 빠르게 대처하기가 어렵다는 점이 있다.<sup>8</sup> 이런 단점

Table 1. The demographic and operative parameters and the complications for 11 patients who underwent robotic partial nephrectomy

No.	Sex	Age (year)	Side	Site	Tumor size (cm)	Operation time (min)	Warm ischemic time (min)	Hospital stay (day)	Complication
1	F	68	Left	Lower	2.3	222	NA	7	None
2	M	50	Right	Upper	1.5	180	40	3	None
3	F	44	Right	Lower	1.5	120	NA	3	None
4	F	31	Left	Middle	2.7	160	32	5	None
5	M	28	Right	Middle	1.6	169	35	4	None
6	M	46	Right	Lower	1.5	145	NA	3	None
7	F	61	Right	Middle	6.3	120	NA	5	None
8	F	50	Right	Upper	3.8	290	27	5	Transfusion, nephrectomy
9	F	65	Left	Upper	1.3	200	23	3	None
10	M	41	Left	Upper	3.0	208	31	4	None
11	F	51	Left	Middle	2.0	160	25	4	None

**Table 2.** Comparison of the contemporary reports on robotic partial nephrectomy

	No. of patients	Mean tumor size (cm)	Mean operative time (min)	Mean warm ischemic time (min)	Mean blood loss (ml)	Mean hospital stay (day)
Gettman et al.	13	3.5	215	22	170	4.3
Phillips et al.	12	1.8	265	26	240	2.7
Stifelman et al.	1	2.0	230	32	150	2.0
Caruso et al.	10	2.0	279	26	240	2.6
Kaul et al.	10	2.3	155	21	92	1.5
Present study	11	2.5	180	30	355	4.2

때문에 술장에 있는 보조 술자가 복강경 또는 개복술로 응급상황에 대처할 수 있을 만큼 숙련된 상태여야 한다.

부분신절제술에서 온허혈시간은 중요한 관심사이다. 신동맥의 결자는 종양 절제 및 봉합 시 출혈을 감소시키지만 신허혈 손상을 유발할 수 있다. 신허혈 손상의 정도는 허혈 시간에 비례하며 온허혈시간은 30분 이내가 가장 이상적이라는 보고가 있다.<sup>5</sup> 작고 신피질 부위로 튀어나온 신종양에 비해서 크거나 신실질 내에 위치한 종양은 종물의 절제 및 봉합에 보다 더 시간이 걸리기 때문에 로봇의 빠르고 정확한 봉합이 장점으로 작용할 수 있을 것으로 생각한다.

로봇의 많은 장점에도 불구하고, 아직까지 로봇 보조 복강경 부분신절제술이 개복이나 복강경 수술에 비해서 우수한 수술적 또는 종양학적 결과를 입증한 보고는 없다. 최근 복강경 수술과 로봇 부분신절제술의 수술 결과를 비교한 보고에서 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었으나 로봇 수술이 복강경 수술에 비해서 배우기 쉽고 특히 집뇨계의 봉합이 필요한 경우에 보다 유리하다고 하였다.<sup>9</sup> Kaul 등<sup>10</sup>은 로봇 보조 복강경 부분신절제술을 시행 받은 환자 10명을 평균 15개월 추적관찰하여 보고하였다. 수술적 결과는 개복 또는 복강경 수술과 비슷하였으며, 재발은 관찰되지 않았으나 아직까지 가격이 비싼 것이 제한점으로 남아있다고 하였다.

저자들의 초기 경험은 최근 보고된 결과들과 비견할 만하였다 (Table 2). 저자들이 비교적 짧은 시간에 안정적인 수술 결과를 얻은 것은 충분한 복강경 수술 및 로봇 전립선적출술의 경험이 도움이 된 것으로 생각한다. 로봇 보조 복강경 부분신절제술은 전립선적출술과는 달리 로봇팔의 작동 범위가 넓기 때문에 충분한 작동 범위를 유지하기 위해서는 무엇보다도 적절한 포트의 위치 선정이 중요하다. 저자들의 포트 위치는 일반적인 복강경 포트 위치를 약간 변형시킨 것으로 양측 로봇 팔의 각도를 전립선적출술에서의 포트 각도와 비슷하게 유지하는 것이 중요하다. 향후 동물 실험을 통한 보다 효과적인 포트 위치에 대한 연구가 필요할 것으로 생각한다.

비뇨기과 영역에서 로봇 복강경 수술의 적용은 빠르게 저변 확대되고 있다. 전립선적출술에서 로봇 수술이 고가임에도 불구하고 여러 가지 장점 때문에 표준 치료의 하나로 자리잡아 가고 있는 것처럼 부분신절제술뿐만 아니라 다른 신장수술에서도 로봇의 장점이 입증된다면 그 적용은 점점 확대될 수 있을 것이다.

## 결 론

로봇 보조 복강경 부분신절제술은 안전하고 시행 가능한 수술이었다. 하지만 개복 또는 복강경 수술보다 우수한 수술법으로 정착되기 위해서는 보다 많은 환자에 대해 장기적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

## REFERENCES

1. Abbou CC, Hoznek A, Salomon L, Olsson LE, Lobontiu A, Saint F, et al. Laparoscopic radical prostatectomy with a remote controlled robot. *J Urol* 2001;165:1964-6
2. Sung GT, Gill IS, Hsu TH. Robotic-assisted laparoscopic pyeloplasty: a pilot study. *Urology* 1999;53:1099-103
3. Guillonneau B, Jayet C, Tewari A, Vallancien G. Robot assisted laparoscopic nephrectomy. *J Urol* 2001;166:200-1
4. Kim HJ. Robot-assisted laparoscopic partial nephrectomy. *Korean J Endourol* 2007;6:27-30
5. Gettman MT, Blute ML, Chow GK, Neururer R, Bartsch G, Peschel R. Robotic-assisted laparoscopic partial nephrectomy: technique and initial clinical experience with DaVinci robotic system. *Urology* 2004;64:914-8
6. Gettman MT, Blute ML, Peschel R, Bartsch G. Current status of robotics in urologic laparoscopy. *Eur Urol* 2003;43:106-12
7. Phillips CK, Taneja SS, Stifelman MD. Robot-assisted laparoscopic partial nephrectomy: the NYU technique. *J Endourol* 2005;19:441-5
8. Stifelman MD, Caruso RP, Nieder AM, Taneja SS. Robot-assisted laparoscopic partial nephrectomy. *JSL* 2005;9:83-6
9. Caruso RP, Phillips CK, Kau E, Taneja SS, Stifelman MD.

Robot assisted laparoscopic partial nephrectomy: initial experience. J Urol 2006;176:36-9

10. Kaul S, Laungani R, Sarle R, Stricker H, Peabody J, Littleton

R, et al. da Vinci-assisted robotic partial nephrectomy: technique and results at a mean of 15 months of follow-up.

Eur Urol 2007;51:186-91

---