

Video-Assisted Minilaparotomy Surgery (VAMS) 부분 신절제술 시 LapSac[®]을 이용한 종양부위 노출법 및 저온요법

Tumor Exposure and Cold Ischemia Using a LapSac[®] in Partial Nephrectomy by Video-Assisted Minilaparotomy Surgery (VAMS)

Kwang Hyun Kim, Hwang Gyun Jeon, Seung Choul Yang, Woong Kyu Han

From the Department of Urology, Urological Science Institute, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: We report a new method of tumor exposure through a minilaparotomy window and cold ischemia using a LapSac[®] during partial nephrectomy by video-assisted minilaparotomy surgery (VAMS).

Materials and Methods: Partial nephrectomy was performed by VAMS in a total of 31 patients during a period ranging from January 2004 to June 2006, and tumor exposure and cold ischemia were achieved by using a LapSac[®]. We investigated the tumor size and location, mean operative time, mean estimated blood loss, mean cold ischemic time, and pathologic outcomes retrospectively. We evaluated preoperative and postoperative renal function with the estimated creatinine clearance rate by the MDRD equation.

Results: The mean tumor size was 2.59±1.30 cm and mean surgical time was 182.5±44.5 minutes. Mean cold ischemic time was 31.84±8.43 minutes. Mean estimated blood loss was 445.65±202.77 ml (range, 100-800 ml), and 3 patients required transfusion. A histopathologic examination confirmed a diagnosis of renal cell carcinoma in 22 patients (71%). The surgical margin was positive in 1 patient. Twenty-one patients had a mean follow-up of 53±8.19 months. Nineteen patients survived without any disease recurrence, 1 patient survived with lung metastasis within 5 months, and 1 patient died of unrelated cause. There was no significant difference between the preoperative and postoperative estimated creatinine clearance rate by using the MDRD equation.

Conclusions: Tumor exposure and cold ischemia were attempted in a partial resection of the kidney by VAMS with a LapSac[®]. This technique for partial nephrectomy by VAMS might be an effective, safe modality. (Korean J Urol 2009;50:774-779)

Key Words: Video-assisted surgery, Laparotomy, Nephrectomy

Korean Journal of Urology
Vol. 50 No. 8: 774-779, August 2009

DOI: 10.4111/kju.2009.50.8.774

연세대학교 의과대학 비뇨기과학교실

김광현 · 전황균 · 양승철 · 한웅규

Received : May 20, 2009
Accepted : July 7, 2009

Correspondence to: Woong Kyu Han
Department of Urology, Urological
Science Institute, Yonsei
University College of Medicine,
134, Shinchon-dong,
Seodaemun-gu, Seoul 120-752,
Korea
TEL: 02-2228-2325
FAX: 02-312-2538
E-mail: hanwk@yuhs.ac

© The Korean Urological Association, 2009

서 론

컴퓨터전산화단층촬영을 비롯한 여러 영상 검사들의 발달로 신세포암의 유병률은 점차 늘어나고 있다.¹ 신세포암의 경우 이전에는 4 cm 이하의 종양에서 부분 신절제술을 시행할 시에 수술 전후의 morbidity나 병리학적 결과 등에

있어 기존의 근치적 신적출술과 차이가 없다고 하였으나,^{2,3} 최근에는 4-7 cm 크기의 종양에서도 부분 신절제술을 시행할 때 근치적 신적출술에서의 술 후 결과와 차이가 없다는 여러 보고들이 나오고 있다.^{4,5} 따라서 현재 부분 신절제술은 신실질에 발생하는 T1 종양에 대하여 표준적인 수술 방법으로 자리매김하고 있으며, 최근에는 여러 기술의 발달로 복강경을 이용한 부분 신절제술이 많은 경우에 시행되

고 있는 추세이다.⁶

복강경을 이용한 부분 신절제술을 시행할 시에 수술 전 고려해야 할 사항으로 종양의 위치는 매우 중요하다. 신문부 또는 신상극 후부 등에 위치한 경우 종양을 노출시키는 것이 매우 어려워 술기를 진행함에 어려움이 따른다. 또한 종양의 제거 및 지혈, 집뇨계의 봉합 등을 원활하게 진행하기 위하여 시행하는 온허혈로 인하여 수술을 시행하는데 있어 시간의 제약이 따른다.⁷

저자들의 경우 기존의 복강경 수술의 단점을 보완하고 개복수술의 장점을 살린 video-assisted minilaparotomy surgery (VAMS) 방법을 이용하여 신장 수술을 시행하고 있으며, 이미 이식환자에서 생체공여신적출술의 경험 200례를 보고한 바 있다.⁸ 최소침습수술의 한 종류로 VAMS를 이용한 부분 신절제술 시에 최소 절개창을 통한 종양의 노출 및 저온유지를 위하여 LapSac[®] (세종메디칼, 한국)을 이용하고 있으며 저자들은 이에 대한 방법 및 효과를 보고하고자 한다.

대상 및 방법

2004년 1월부터 2006년 6월까지 VAMS를 이용하여 부분 신절제술을 시행받은 31명의 환자들을 대상으로 하였다. 모든 환자들은 2명의 술자에 의하여 수술을 시행받았으며, 술 전 컴퓨터전산화단층촬영 등의 영상 검사를 통하여 종양의 크기 및 위치를 확인하였다. 평균수술시간 및 평균허혈시간, 술 후 병리결과 및 종양절제면 양성 유무, 그리고 술 후 합병증 등을 의무기록을 통하여 후향적으로 조사하였다. 신기능에 대하여는 술 전 estimated creatinine clearance rate (eCcr) 수치와 술 후 1달 이내의 기간에서 가장 낮았던 eCcr 수치 평균을 비교하였는데, eCcr은 Modification of Diet

in Renal Disease (MDRD)공식을 이용하여 계산하였다.⁹ 신세포암의 병기는 2002년 American Joint Committee on Cancer (AJCC)의 TNM 분류법, 분화도는 Fuhrman's nuclear grade의 분류법에 따라 분류하였다.

VAMS 부분 신절제술은 내시경, 특수 고안된 천자형 복벽 거상기, 자가 견인기구 등을 이용하여 후복막 공간에서 모든 시술이 이루어진다. 수술 방법은 환자를 진신마취 하에 반측와위 자세를 취하게 하고, 1명의 술자와 1명의 보조술자가 모두 환자의 등쪽에서 위치한 후 수술을 진행하였다. 10번째 늑골 부위에서 횡으로 5-7 cm 정도 복직근 측부에 절개를 가한 후 피하지방층과 근막을 분리하였다. 복직근을 절단하지 않고 분리시키고 창상의 변연을 Richardson 등의 기구를 이용하여 견인한 후 stick-sponge 및 bovie를 이용하여 복막과 복벽을 충분히 박리하였다. 복강경 수술 시에 CO₂를 이용한 기복형성을 통하여 공간 확보를 하는 반면, VAMS의 경우 후복막 공간 확보를 위하여 복막과 복벽을 충분히 박리한 후 두 개의 천자용 복벽거상기 (piercing abdominal wall elevators)를 이용하여 복근을 들어올리는 방식으로 충분한 공간을 확보하였다. 복강경을 삽입하기 위하여 절개창 7 cm 하방 전골능 상방 전액와선에 1 cm의 절개를 가한 뒤 trocar를 삽입하였고, 조명이 가능한 복강경을 삽입한 후 모니터 장치에 연결하였다. 자가 견인기를 이용하여 확보된 공간을 유지하였고, 특수 고안된 수술 기구를 이용하여 후복막 공간 내에서 신장을 주변 조직과 충분히 박리하였다. 신장을 완전 박리하고 신혈관 부위가 노출되면, LapSac[®]으로 신장을 둘러싸은 후 신혈관 부위가 조이지 않을 정도로 좁히고, 한 개의 Hem-o-lok 클립 (10-16 mm XL, Weck Closure System, Research Triangle Park, USA)을 사용하여 입구가 벌어지지 않도록 고정하였다. LapSac[®]의

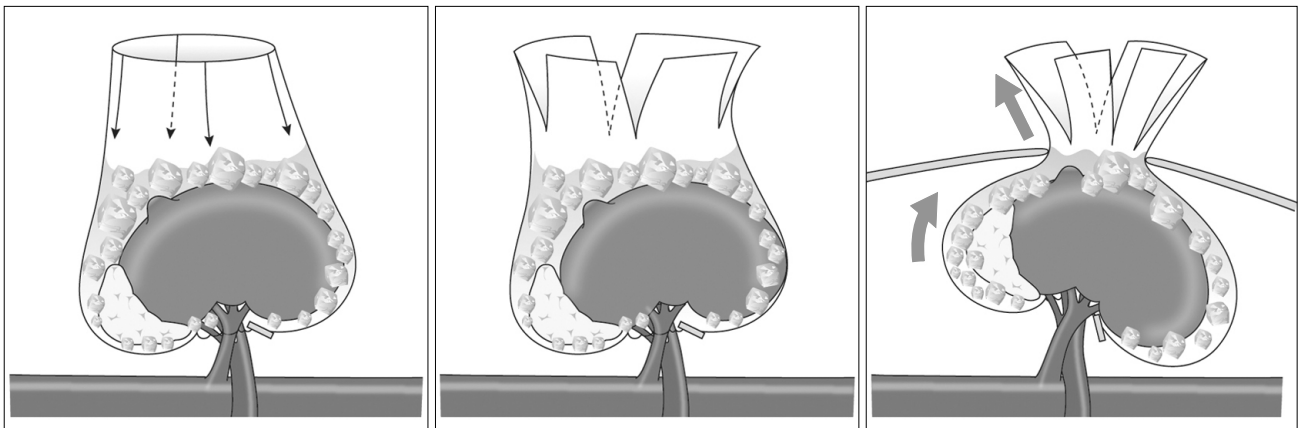


Fig. 1. Technique of renal tumor exposure and cold ischemia using the LapSac[®]. After wrapping the kidney with the LapSac[®], Hem-o-Lock clipping was applied to the LapSac[®] opening placed in the renal hilum. The LapSac[®] was dissected in four parts, and an ice slush was placed in the LapSac[®]. Tumor exposure was easily performed by using these four parts.

수술창으로 보이는 막힌 부위를 네 등분으로 절제하여 각각 Kelly clamp로 집어 고정한 후, 이 네 방향을 당기고 밀면서 종양부위가 절개창으로 올 수 있도록 조작하였다 (Fig. 1). 다음으로 LapSac[®] 안에 적당량의 ice slush를 집어 넣어 저온요법을 유도하였고, 이 때 ice slush는 LapSac[®]에 둘러싸인 신장 부위 이외에는 들어가지 않도록 하였다. 복강경용 bulldog clamp를 사용하여 신동맥과 신정맥을 결찰하고 Knife blade를 사용하여 LapSac[®] 내에 노출되어 있는 종양을 정확히 절개하여 적출하였다. 그 후, 손상된 집뇨계와 신실질을 봉합한 후, 신혈관 결찰을 제거하고 신장 봉합부 주위에서 출혈이 없음을 확인하였다. Trocar를 제거한 후 trocar가 있던 부위에 drain을 위치시켰으며, 최소 절개창을 봉합한 후 수술을 마쳤다. 술 전과 술 후의 eCcr의 비교는 Student's t-test를 이용하였으며, p값이 0.05 미만인 경우를 통계학적으로 유의한 것으로 하였다. 통계프로그램은 SPSS 12 (SPSS Inc, Chicago, USA)를 사용하였다.

결 과

2004년 1월부터 2006년 6월까지 VAMS를 이용한 부분 신 절제술을 시행받은 환자는 모두 31명이었으며, 환자의 술 전 임상소견 및 종양의 특징은 Table 1과 같다. 평균 나이는 52.75±13.44세 (27-81)였으며, 종양의 크기는 평균 2.59±1.30 cm (1.1-6.5)였다. 종양은 18명이 우측신에서 관찰되었고, 13명은 좌측신에서 관찰되었다. 단일신은 1명에서 있었는데, 좌측 근치적 신적출술을 시행하고 1년이 지난 후 우측신에서 종양이 발생한 경우였다. 종양의 위치는 신장의 상중하

부 위치에 따라 상부 (upper)에 발생한 경우 11명, 중부 (middle)에 발생한 경우 15명, 하부 (lower)에 발생한 경우 5명이었다.

피부 절개로부터 피부 봉합까지 평균 수술 시간은 182.5±44.5분 (105-340)이었으며, 추정 실혈량 (estimated blood loss)은 평균 445.65±202.77 ml (100-800)였다. 술 중 수혈을 시행한 경우가 3명 있었으며, 그 외에는 특별한 합병증 없이 모든 환자에서 최소 절개하에 VAMS를 이용하여 수술을 마쳤으며, 술 후에 특별한 합병증은 관찰되지 않았다. MDRD 공식을 이용하여 술 전과 술 후 1달 이내의 eCcr을 비교하였을 때, 술 전 eCcr의 평균은 78.48±19.02 ml/min/1.73 m²였고, 술 후 1달 이내 가장 낮게 측정되었던 eCcr의 평균은 71.35±14.31 ml/min/1.73 m²였으나, 통계학적으로 유의한 차이는 관찰되지 않았다 (p=0.10). 모든 환자에서 신혈관 결찰 후 종양의 제거를 시행하였으며, 종양의 제거에서부터 손상된 집뇨계 및 신실질을 봉합하는 동안 시행한 저온허혈의 평균 시간은 31.84±8.43분이었다. 평균 재원 기간은 7±2.6일이었으며, 재원 기간이 15일에 이르렀던 한 명은 요관결석이 동반되었던 경우로 술 후 요관 부목 설치 후 육안적 혈뇨 등이 심해져 요관 부목 교환 등을 시행하며 경과 관찰하였으나, 부분 신절제술과 동반된 합병증은 관찰되지 않았다 (Table 2).

술 후 병리학적 검사에서 31명 중 22명 (71%)에서 신세포암으로 보고가 되었으며, 나머지 9명 (29%)은 양성 질환이 보고되었다. 신세포암의 경우 clear cell type이 19명, papillary type이 2명 unclassified type이 1명이었으며, 양성 질환의 경우 papillary neoplasia가 2명, renal calyceal diverticulum

Table 1. Features of patients and tumors

	Total (%)
Sex	
Male	20 (65)
Female	11 (35)
Age (years)	
Range	27-81
Mean±SD	52.75±13.44
Mean BMI (kg/m ²)	23.87±2.93
Solitary kidney	1 (3)
Tumor size (cm):	
Range	1.1-6.5
Mean±SD	2.59±1.30
Laterality (right/left)	18/13 (58/42)
Tumor location	
Upper/middle/lower	11/15/5 (36/48/16)
Exophytic/endophytic	18/13 (58/42)

BMI: body mass index

Table 2. Intraoperative and postoperative data

Operative time (min)	
Range	105-340
Mean±SD	182.5±44.5
Mean ischemic time (min)	31.84±8.43
EBL (ml)	
Range	100-800
Mean±SD	445.65±202.77
Mean estimated creatinine clearance (MDRD) (ml/min/1.73 m ²)	
Preoperative	78.48±19.02
Postoperative 1 month (nadir)	71.35±14.31
Intraoperative complication	
Transfusion	3 (9%)
Hospital stays (days)	
Range	4-15
Mean±SD	7±2.6

EBL: estimated blood loss

Table 3. Pathological features and surgical outcomes in 31 patients who underwent partial nephrectomy

	Total (%)
Type	
Renal cell cancer	22 (71)
Clear cell	19
Papillary	2
Unclassified	1
Benign	9 (29)
Papillary neoplasia	2
Renal calyceal diverticulum	1
Angiomyolipoma	3
Oncocytoma	3
Tumor stage	
pT1aN0M0	17 (77)
pT1bN0M0	3 (14)
pT3aN0M0	2 (9)
Tumor grade	
1	6 (27)
2	8 (36)
3	8 (36)
4	0 (0)
Surgical margin	
Negative	21 (95)
Positive	1 (5)
Recurrence	1 (4.5)

이 1명, angiomyolipoma가 3명, oncocytoma가 3명에서 보고되었다. 신세포암으로 보고된 22명 중 절제면 양성은 1명에서 보고되었다. 신세포암 환자 22명 중 pT3a로 병리 결과가 보고되었던 1명 (4.5%)에서 술 후 5개월에 폐로 전이가 발생하였으나, 현재까지 약물치료 등을 진행 중이며 그 외에 직장암으로 사망한 1명, 추적 관찰이 중단된 1명을 제외하고 평균 53±8.19개월 (34-63)간 추적 관찰을 하고 있으나, 재발하거나 전이가 발견된 경우는 없었다 (Table 3).

고 찰

저자들은 1993년 이후부터 생체공여신적출술을 비롯하여 후복막에 위치한 신장이나 부신 등에 발생한 종양을 제거하는 수술을 시행함에 있어 최소침습수술의 한 방법으로 VAMS를 이용하여 왔다. 근치적 신적출술에 있어 VAMS를 이용한 경우와 복강경을 이용한 경우를 비교하였을 때 술 후 재원기간 및 진통제의 사용량 등을 비롯하여 종양학적인 면에서도 유사한 결과가 관찰되는 것을 이미 보고한 바 있다.¹⁰ 2004년부터 부분 신절제술에서도 VAMS를 이용하였으며, 아직까지 기존의 방법이나 복강경을 이용한 경우와 비교는 시도하지 않았으나, 복강 내시경의 도움을 받아

최소절개창에서도 충분한 시야를 확보함과 동시에 개복 수술과 같이 종양을 안전하게 절제할 수 있는 장점이 있어, 지금까지 저자들은 부분 신절제술 시에 VAMS를 이용한 술기를 꾸준히 사용해 오고 있다.

VAMS를 이용한 부분 신절제술의 경우 수술을 시행함에 있어 가장 먼저 직면할 수 있는 문제로서 종양의 노출을 생각할 수 있다. 복강경 수술과 같이 기복을 형성하지도 않는데다가 최소 절개 하에 후복막의 좁은 공간에서 수술이 이루어지기 때문에 종양을 노출시키는 것이 쉽지가 않다. 이는 단지 VAMS를 이용한 부분 신절제술의 문제가 아니며, 복강경을 이용한 부분 신절제술에서도 술자가 직면하는 문제이다.¹¹ 저자들은 VAMS를 이용한 부분 신절제술의 초기 경험 단계에서는 종양을 노출하는데 많은 어려움을 겪었다. 기존의 방법에서와 달리 최소절개창으로 손이 들어가기도 어려웠으며, surgical tape 등을 이용하여 신장의 위치를 조정하며 종양의 노출을 시도한 경험도 있었으나, 모두 만족스럽지 않았다. 또한 ice slush가 주변으로 모두 흘러져 효율적인 저온허혈을 유도하는 것도 어려웠다. 종양의 노출을 위하여 여러 방법을 시도하던 중 LapSac[®]을 사용하여 보았는데, 이 경우 신장을 둘러싼 LapSac[®]을 4등분으로 절제하여 신장을 조작하기 때문에 각각의 면을 밀고 당기다 보면 신장의 후면이나 상극에 있는 종양도 쉽게 노출시킬 수 있었으며, 동시에 기구 등을 이용하여 신장을 조작하게 되었을 때 생길 수 있는 신장의 손상을 미연에 방지하는 것도 가능하였다.

부분 신절제술을 시행함에 있어 종양의 노출과 더불어 중요한 사항으로 종양의 정확한 절제를 생각할 수 있다. 종양의 정확한 절제를 위한 시야 확보와 종양 절제 시 출혈량을 줄이기 위한 방법으로 일반적으로 신혈관의 결찰을 시행하게 되는데, Gill 등¹²은 복강경을 이용한 부분 신절제술에서도 신혈관 결찰을 통하여 좋은 결과를 얻을 수 있음을 처음 보고한 바 있다. 신혈관을 결찰하지 않고 cable tie나 tourniquet, 또는 endoloop 등을 이용한 신실질의 압박으로 신장의 일부분의 허혈을 유도하여 부분 신절제술을 시행한 보고가 있으나,¹³⁻¹⁵ 제한점이 많이 있으며, 경우에 따라 신실질 압박 부위가 손상되거나, 제대로 압박하지 못한 경우 출혈이 발생할 수 있는 위험성이 따른다. 따라서, 대부분의 경우 신혈관의 결찰을 통하여 신장의 허혈을 유도하는데 이에 따라 술자는 제한된 시간 내에 종양의 절제와 집노계 및 신실질의 봉합을 마쳐야 하는 어려움에 직면하게 된다. 따라서 술자에게 종양의 정확한 노출과 더불어, 신허혈이 유지되는 동안 정확한 술기를 시행할 수 있도록 충분한 시간이 확보하는 것은 매우 중요하다. VAMS를 이용한 부분 신절제술에 있어 저자들은 LapSac[®]을 이용함에 따라 종양

의 위치에 상관없이 술기를 편하게 시행하기에 좋은 위치에 종양을 쉽게 노출시킬 수 있었다. 저자들의 경우 endophytic tumor가 42%에 달하였는데, 이 경우 초음파를 이용하여 종양의 위치를 확인하고, 충분한 절제연을 확보할 수 있도록 electrocautery를 이용하여 신장의 표면에 미리 절제할 경계를 표시하였다. 절제 후 남아있는 경계면이 정상 신실질임을 육안으로 확인할 수 있도록 모든 종양을 knife blade를 이용하여 절제하였고, 종양의 절제 후에는 집뇨계와 신실질을 정확히 봉합하였다.

일반적으로 복강경 수술 시에는 온허혈 하에 수술을 진행하게 되는데 어느 정도의 온허혈 시간이 적당한가에 대하여는 많은 의견이 있다. 일반적으로 30분 정도의 온허혈이 지속되었을 경우 60-70%의 신기능이 소실되며, 신기능의 회복에 3-9일 정도가 소요된다고 하며, 60분 정도의 온허혈이 지속될 시에는 70-80% 가량의 신기능이 소실되고, 회복에 수 주가 소요된다고 한다. 120분 이상의 온허혈이 지속될 시에는 신기능이 완전 소실되고, 30-50% 정도만이 회복을 기대할 수 있다.¹⁶ 정상적인 반대편 신기능이 있는 환자에서의 신허혈에 대한 최근의 보고들에서 Shekarriz 등¹⁷은 17명의 환자를 대상으로 신혈관 결찰을 평균 22.5분(10-44) 시행하였는데, 술 후 3개월에 시행한 renal scan 및 혈장 creatinine 검사에서 신기능이 보존되는 것을 확인되었고, Bhayani 등¹⁸은 118명의 환자를 대상으로 하였는데, 30분 이하와 30분 이상으로 신허혈을 시행한 두 집단에서 평균 28개월간의 장기간 경과 관찰한 결과 두 군 모두 혈장 creatinine의 증가가 관찰되지 않았다고 하였다. 하지만, 임상적으로 온허혈은 30분을 넘기지 않는 것이 추천되며, 30분 이상의 허혈이 필요할 경우 신기능의 보호를 위해 저온 유지가 필요하다.^{16,17} 저자들의 경우 저온 허혈을 시행한 31례에서 평균 허혈 시간이 31.84±8.43분이었는데, 이는 일반적인 개복 수술 시에 허혈 시간이 20분 정도 소요되는 것에 비하여 높은 수치일 수 있다. 하지만, 기존의 개복 수술과 달리 최소 절개창 하에서 수술이 이루어졌으며, 초기 경험 단계에서 나온 결과임을 어느 정도 고려해야 할 것이다. 복강경을 이용한 수술에서 저온 유지 방법으로 차가운 식염수를 요관을 통하여 역행성으로 주입하는 방법 및 차가운 Ringer's lactate 용액을 신혈관을 통하여 주입하는 방법 등이 있으나, 요관을 통하여 식염수를 주입하는 방법의 경우 신피질에는 적절한 저온을 유도하기 어려운 단점이 있으며, 신혈관을 통한 저온 유지를 유도하는 방법의 경우 기술적으로 어렵다는 단점이 있다. 이에 Gill 등¹⁹은 기존의 개복 수술 시에 사용하는 방법과 같이 복강경 수술 시에도 ice slush를 이용하여 신장의 적절한 저온 유지를 유도한 방법을 보고한 바가 있다.

저자들은 VAMS를 이용한 부분 신절제술 시에 LapSac[®]을 이용하여 좁은 공간에서도 저온 허혈을 효율적으로 유도할 수 있었으며, 이에 따라 종양 절제를 위한 충분한 시간을 확보하는 것은 물론 허혈에 따르는 신기능의 악화도 예방할 수 있었다. 신기능의 보존 차원에서 본다면 VAMS에서 또 한가지 유리한 점으로 기복을 형성하지 않는다는 점을 들 수 있다. 최근의 몇몇 보고에서 CO₂를 이용한 기복형성은 세포의 대사와 기능을 방해하여 신장의 기능에 손상을 줄 수 있다고 하였다.^{20,21} 물론 일시적인 현상일 수 있고 장기적으로는 다시 신기능을 회복하겠지만, 단일신과 같은 경우에는 술 후 일시적으로 투석 등과 같은 처치를 필요로 할 가능성을 배제할 수 없다. 따라서 부분 신절제술 시에 신기능의 악화를 최소화 하는 차원에서 저온 허혈과 함께 기복을 형성하지 않는 점은 VAMS의 큰 장점이라 할 수 있다.

결 론

저자들은 VAMS를 이용한 부분 신절제술 시 LapSac[®]을 이용하여 종양의 노출 및 저온 허혈을 유도하였다. 이로 인하여 종양을 절제 및 집뇨계 및 신실질의 봉합 등을 충분한 시간 안에 안전하게 시행할 수 있었으며, 수술과 관련된 특별한 합병증이나 신기능의 감소 등도 관찰되지 않았다. 최소침습수술로써 VAMS를 이용한 부분 신절제술 시 LapSac[®]을 이용한 상기의 방법은 매우 효과적이며 안전한 방법으로 생각한다.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank Mr. Dong-Su Jang, Research Assistant, Department of Anatomy, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea, for his help with the figures.

REFERENCES

1. Mevorach RA, Segal AJ, Tersegno ME, Frank IN. Renal cell carcinoma: incidental diagnosis and natural history: review of 235 cases. *Urology* 1992;39:519-22
2. Lee CT, Katz J, Shi W, Thaler HT, Reuter VE, Russo P. Surgical management of renal tumors 4 cm. or less in a contemporary cohort. *J Urol* 2000;163:730-6
3. Stephenson AJ, Hakimi AA, Snyder ME, Russo P. Complications of radical and partial nephrectomy in a large contemporary cohort. *J Urol* 2004;171:130-4
4. Dash A, Vickers AJ, Schachter LR, Bach AM, Snyder ME, Russo P. Comparison of outcomes in elective partial vs radical

- nephrectomy for clear cell renal cell carcinoma of 4-7 cm. *BJU Int* 2006;97:939-45
5. Leibovich BC, Blute ML, Cheville JC, Lohse CM, Weaver AL, Zincke H. Nephron sparing surgery for appropriately selected renal cell carcinoma between 4 and 7 cm results in outcome similar to radical nephrectomy. *J Urol* 2004;171:1066-70
 6. Gill IS, Kavoussi LR, Lane BR, Blute ML, Babineau D, Colombo JR Jr, et al. Comparison of 1,800 laparoscopic and open partial nephrectomies for single renal tumors. *J Urol* 2007;178:41-6
 7. Bermudez H, Guillonéau B, Gupta R, Adorno Rosa J, Cathelineau X, Fromont G, et al. Initial experience in laparoscopic partial nephrectomy for renal tumor with clamping of renal vessels. *J Endourol* 2003;17:373-8
 8. Yang SC, Ko WJ, Byun YJ, Rha KH. Retroperitoneoscopy assisted live donor nephrectomy: the Yonsei experience. *J Urol* 2001;165:1099-102
 9. Levey AS, Bosch JP, Lewis JB, Greene T, Rogers N, Roth D. A more accurate method to estimate glomerular filtration rate from serum creatinine: a new prediction equation. Modification of Diet in Renal Disease Study Group. *Ann Intern Med* 1999;130:461-70
 10. Oh CK, Rha KH, Yang SC. A comparison of open, laparoscopic, and video-assisted minilaparotomy radical nephrectomy. *Korean J Urol* 2005;46:925-30
 11. Kim KY, Kim DK, Woo SH, Kim ET, Lee SB. Laparoscopic partial nephrectomy: an useful method of decision making for determining the approach and surgical method based on the systematic classification of tumor location. *Korean J Urol* 2008;49:1067-73
 12. Gill IS, Desai MM, Kaouk JH, Meraney AM, Murphy DP, Sung GT, et al. Laparoscopic partial nephrectomy for renal tumor: duplicating open surgical techniques. *J Urol* 2002;167:269-7
 13. Cadeddu JA, Corwin TS. Cable tie compression to facilitate laparoscopic partial nephrectomy. *J Urol* 2001;165:177-8
 14. Beck SD, Lifshitz DA, Cheng L, Lingeman JE, Shalhav AL. Endoloop-assisted laparoscopic partial nephrectomy. *J Endourol* 2002;16:175-7
 15. Gill IS, Munch LC, Clayman RV, McRoberts JW, Nickless B, Roemer FD. A new renal tourniquet for open and laparoscopic partial nephrectomy. *J Urol* 1995;154:1113-6
 16. Novick AC. Renal hypothermia: in vivo and ex vivo. *Urol Clin North Am* 1983;10:637-44
 17. Shekarriz B, Shah G, Upadhyay J. Impact of temporary hilar clamping during laparoscopic partial nephrectomy on postoperative renal function: a prospective study. *J Urol* 2004;172:54-7
 18. Bhayani SB, Rha KH, Pinto PA, Ong AM, Allaf ME, Trock BJ, et al. Laparoscopic partial nephrectomy: effect of warm ischemia on serum creatinine. *J Urol* 2004;172:1264-6
 19. Gill IS, Abreu SC, Desai MM, Steinberg AP, Ramani AP, Ng C, et al. Laparoscopic ice slush renal hypothermia for partial nephrectomy: the initial experience. *J Urol* 2003;170:52-6
 20. Khoury W, Schreiber L, Szold A, Klausner JM, Wienbroum AA. Renal oxidative stress following CO2 pneumoperitoneum-like conditions. *Surg Endosc* 2009;23:776-82
 21. Khoury W, Szold A, Klausner JM, Weinbroum AA. The hemodynamic effects of CO2-induced pressure on the kidney in an isolated perfused rat kidney model. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech* 2008;18:573-8