

저 자 약 력

저 자 : 홍 성 후

약 력 :

- 1996. 가톨릭의대 졸업
- 2001. 비뇨기과 전문의 취득
- 2003. 가톨릭의대 의학석사 취득
- 현 대한내비뇨기과학회 부총무
- 현 대한비뇨기과학회 서울시지회 총무
- 현 대한비뇨기과학회 정회원
- 현 대한비뇨기종양학회 정회원

Minimally Invasive surgery in renal cell cancer

■■■ 가톨릭의대 / 홍 성 후

I . INTRODUCTION

복부 초음파와 전산화 단층촬영이 널리 보급되면서, 작고 병기가 낮은 신종양이 우연히 발견되는 빈도가 늘어나고 있다. Lightfood 등은 초음파와 전산화 단층촬영이 보급되지 않았던 1970년에서 1981년 사이에는 우연히 발견되는 신세포암의 빈도가 17.5%였지만, 널리 보급된 1982년에서 1993년에는 82.8%로 급격히 증가했다고 보고하였다. 저병기의 신종양이 증가함으로 인해 신종양의 치료전략 역시 Laparoscopic partial nephrectomy (LPN)과 Cryoablation, High-intensity focused ultrasound (HIFU), 그리고 Microwave Thermotherapy 등의 다양한 최소침습치료에 중점을 두는 경향이다. 신보존수술의 이론적 배경은 여러 가지가 있다. 첫째, 최근 신종양을 진단할 수 있는 영상 기술이 획기적으로 발달하였다. 둘째, 우연히 발견되는 신종양들이 대부분 4cm 이하의 종양으로 진행이 느리고 (0.35cm/year), 전이의 가능성이 낮으며, 최대 약 22% 까지의 종양이 최종 병리검사에서 양성 질환으로 판명된다. 셋째, 약 4-15%에서 반대측 신장에 악성종양이 비동시적으로 발생한다. 넷째, 10년 이상 추적관찰 시 근치적 신절제술을 시행받은 환자의 약 20%에서 hyperfiltration에 의한 어느 정도의 신부전이 발생한다. 마지막으로 4cm 이하의 작은 신종양의 경우 부분 신절제술과 근치적 신절제술 시행 후 10년 생존율에 큰 차이가 없는 점이다. 저자는 신종양에 시도되고 있는 다양한 최소침습치료 방법에 대해 기술하고자 한다.

II . Laparoscopic partial nephrectomy

부분 신절제술은 4cm 이하의 국소 신장암을 가진 선택된 환자에서 근치적 신절제술과 대등한 생존율을 보이는 표준적인 치료법으로 받아들여지고 있다. 최근 건강 검진 등의 보급과 영상기술의 발달로

인해 크기가 작고 우연히 발견되는 신종양이 증가하면서, 기존의 전통적인 적응증인 고립신과 양측 신종양 이외에도 그 적응증이 점차 확대되어 가고 있는 추세이다.

1991년 Clayman 등에 의해 복강경 근치적 신절제술이 도입된 이후, 복강경 장비의 눈부신 발달, 술자의 경험 축적 그리고 최소 침습적인 수술에 대한 환자들의 요구가 증가하여 비뇨기과 영역에서 복강경 수술의 보급은 점차 늘어나 최근 여러 분야에서 기존의 개복수술을 대체하여 표준적인 치료법으로 자리잡아가고 있다. 하지만 복강경 부분 신절제술은 복강경 수술의 술기적 어려움 이외에 절제면의 지혈이 기술적으로 어렵고 신동맥을 잠시 겸자 하였을 때 장기간의 온허혈시간이 유발될 가능성과 복강경하에서는 신 냉각 방법이 적다는 점에서 많은 기술적인 도전이 요구되어, 복강경 부분 신절제술은 가장 경험이 풍부한 복강경 전문의에 의해서만 시도되어 왔다. 저자는 복강경 부분 신절제술에 관련하여 최근에 기술적 논란이 되고 있는 부분들에 대해 정리하여 아직 이에 대한 경험이 부족한 비뇨기과 의사들에게 향후 술기를 습득하는데 도움이 되고자 한다.

1. Approach

후복막강의 잠재적 공간은 1-1.6L로 복강의 6-8L에 비해 수술공간이 절대적으로 부족하여 수술 시야가 좁아지고, 늑골과 장골능선이 각각 상하 경계를 이루고 있어 trocar의 위치가 복강을 통한 수술때 보다 근접하게 된다. 따라서 각 port를 통한 기구의 조작이 복강경 수술보다 쉽지 않은 술기의 어려움으로 인하여 초기에는 복강을 통한 수술이 주를 이루었지만 1992년 Gaur가 풍선을 이용하여 수술에 필요한 공간을 확보하고 신주위조직을 박리하는 방법을 개발한 이래, 복강을 통한 수술에 익숙해진 술자들이 후복막강을 통해 수술을 시행하고 있다. 하지만 복강을 통한 수술은 후복막강을 통한 수술에 비해 더 넓은 공간과 기구의 사용, 특히 봉합각도의 우월함으로 인해 복강경 부분 신절제술의 경우 대부분의 술자들이 복강을 통한 접근을 선호한다. 저자들의 경우에도 CT에서 신장의 외측연과 신문부에 일직선을 그어 종양이 전면에 위치한 경우에는 복강을 통한 접근을, 후면에 위치한 경우에는 후복막강을 통한 접근을 시도하고 있다.

2. Renal Hilar Clamping

크기가 작고 신실질의 침범이 거의 없이 신피질부위에 위치한 신종양의 경우 신혈관을 겸자하지 않

고 수술하기도 하지만, 대부분의 경우 신혈관의 겸자가 필요하다. 신동맥의 겸자는 종물의 절제시 출혈을 감소시키고 신장 조직의 팽압을 감소시켜 신장내 구조물로의 접근을 용이하게 하는 장점이 있지만 신허혈 손상의 정도는 허혈시간에 직접적으로 비례한다. 신혈관을 겸자한 경우 겸자하지 않은 경우에 비해 수술 시간이 더 짧고 실혈량이 더 적은 것으로 보고되어 완전히 신피질부위로 튀어나와 있는 종양의 경우에만 겸자하지 않고 수술하는 것이 권장된다. 전통적으로 신정맥은 가능하면 겸자하지 않고 수술함으로써 정맥혈의 역류를 허용하여 수술 중 신허혈을 감소시킬 수 있고 수술 중 절제된 작은 정맥의 발견을 용이하게 하여 지혈을 촉진시킬 수 있다고 하였으나, Gill 등은 신동맥을 따로 박리하는 것이 신동맥의 수축과 손상을 유발할 수 있고 신동맥의 박리에 시간이 걸리지만 동맥 박리가 적절한 겸자에 꼭 필요하지는 않다는 점을 근거로 신동맥과 정맥을 Satinsky clamp로 동시에 겸자하고 있다 (Fig. 1). 신혈관의 겸자 기구로는 Satinsky clamp 이외에도 Bulldog clamp, silastic rubber clamping device 등 다양한 기구들이 고안되어 사용되고 있다 (Fig. 2).

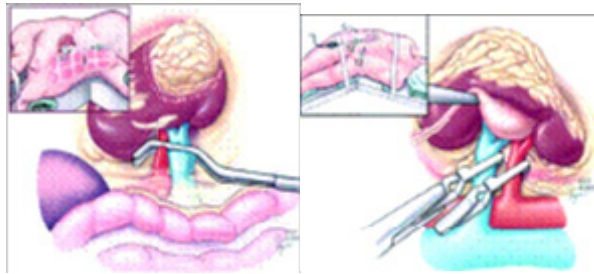


Fig 1. Laparoscopic Satinsky clamp and Bulldog clamp

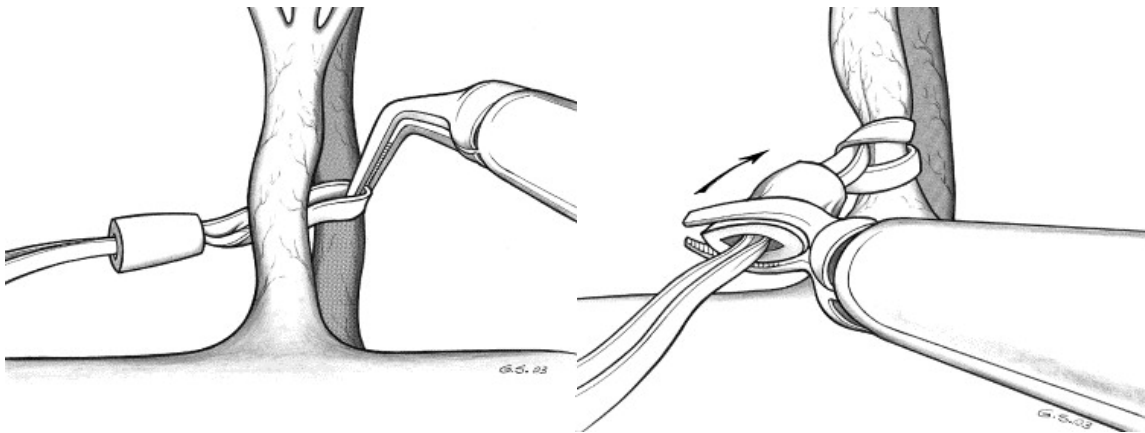


Fig 2. Silastic rubber clamping device

3. Tumor Excision

종양학적인 측면에서 부분 신절제술의 불안감은 두가지로 요약할 수 있다. 하나는 종양의 불완전 절제이고 다른 하나는 신세포암의 다소성이다. 복강경 부분 신절제술의 성공은 외과적 절제연의 양성 여부에 달려있다. 절제기구로는 cold scissor, bipolar electrocautery, ultrasonic shears, water-jet dissector 등 여러 기구들이 사용되고 있지만 절제 도중 종양이 노출되었는지 확인하기 쉽고 병리조직 검사에 영향이 없는 cold scissor가 추천된다. 음성절제연을 얻기 위한 방법으로 종양의 절제 전 복강경용 연성 초음파를 사용하여 종양의 침범 깊이나 집노계와의근접도를 알아보는데 유용하다는 보고가 있지만, 절제와 동시에 사용이 불가능한 단점이 있다. 또한 종양의 절제 후 신장 쪽 절제면의 Frozen biopsy를 시행하는 것이 도움이 될 수 있고, 최근TP-1 needle과 초음파를 이용한 방법이 소개되었지만 (Fig. 3), 현재까지 가장 추천되는 방법은 종양을 절제한 즉시 병리전문의가 직접 육안으로 종양이 노출되었는지 확인하는 방법으로 되어있다.

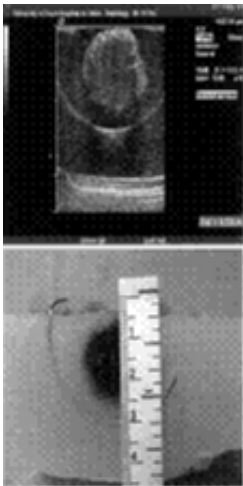


Fig 3. The TP-1 needle is seen as hyperechoic curved rim surrounding “tumor.” Ultrasound measurement of “parenchymal rim” correlates with physical measurements of sectioned specimen

안전마진의 넓이에 대해서는 논란의 여지가 있다. 다른 장기의 종양인 경우 일반적인 안전마진은 2 cm이고, 부분 신절제술을 위해서는 최소한 1 cm 이상의 마진이 필요하다고 주장되어 왔지만, 마진이 클수록 합병증의 발생률이 높아지고 신기능에 악영향을 미쳐 부분 신절제술의 효용성이 감소되게 마련이다. 근치적 신절제술의 병리학적인결과에 대한 보고에 의하면 4 cm 이하의 신종양에서 20% 정도가 가성 피막이 침범되었지만 침범 깊이는 평균 0.5 mm (range 0-5 mm)이므로 5 mm의 안전마진

을 제시하였다. 안전마진에 관한 최근의 흥미로운 보고 중의 하나는, 부분 신절제술을 시행받은 69명의 환자를 평균 8.5년 추적관찰 했을 때 절제연 음성이면 종양의 완전절제에 충분하고 마진의 넓이와 종양의 진행과는 상관없이 없다는 것이다. 이러한 보고들로 미루어 볼 때 1 cm 이상의 기존의 안전마진은 불필요해 보인다. 복강경 부분 신절제술에 대한 최근의 여러 논문에서 외과적 절제연의 양성율은 거의 0에 가깝다고 보고되고 있다 (Table 1). 바꾸어 말하면, 복강경 부분 신절제술은 외과적 절제연이 음성인 개복 부분 신절제술과 동일한 종양학적 결과를 보일 것이라는 것을 의미한다. 종양의 불완전 절제로 인한 국소재발은 피할 수도 있는 일이지만, 신세포암의 다소성으로 인한 국소재발은 불가피하다. 신세포암의 다소성은 크기에 비례하는 것으로 알려져 있지만 크기가 3cm 이하인 경우에도 10-18%에서는 다소성이 존재한다. 바꾸어 말해서 신보존술 시행 후 10-18%에서는 다소성으로 인해 국소재발의 위험성이 있다고 할 수 있지만 실제로 보고된 국소재발의 빈도는 1% 이하에 불과하다. 이 차이는 신종양 절제 후 세포독성 면역세포에 의해 전이부위의 종양도 자연적으로 퇴행되는 현상과 유사하게, 부분 신절제술 후 잔존 신실질에 존재하는 위성결절이나 renal intraepithelial neoplasia가 임상적으로 의미있는 종양으로 발전하지는 않는 것으로 설명될 수 있다.

Table 1. Outcomes of laparoscopic partial nephrectomy

Series	Patients, n	Mean size, cm	Hemorrhage, %	Urine leak, %	Positive margin, %	Mean F/U, mo
Rassweiler	53	2.3	9	5	0	24
Stifelman	11	1.9	0	1	0	8
Gettman	10	2.1	0	0	0	NA
Jsechke	51	2	2	3	0	34
Guillonneau	28	2.2	18	0	0	5.9
Richter	10	2.7	0	0	0	NA
Simon	20	2.1	5	0	0	8.2
Gill	100	2.8	6	3	3	13
Kim	79	2.5	5	2	2	20
Janetschek	15	NA	13	0	0	NA
Brown	30	2.6	20	6	0	8.8
Pruthi	15	2.7	0	0	0	NA
Kane	27	2.6	0	2	1	NA
Current series	100	2.5	9	2	3	15
Total	549	2.5	7.1	4.4	1	14

4. Hemostasis

복강경하 부분 신절제술의 가장 어려운 점 중의 하나는 절제면의 지혈이다. 최근 radiofrequency coagulation, fibrin sealant powder, fibrin glue, 그리고 gelatin matrix tissue sealant의 사용이 지혈에 도움이 된다는 보고들이 있지만 개복 부분 신절제술과 마찬가지로 복강경하 부분 신절제술의 지혈에서 가장 효과적이고 확실한 방법은 Surgicel을 절제면에 덮고 봉합하는 것이다 (Fig. 4). 그러나 복강경으로 절제면의 봉합술이 기술적으로 어렵고 특히 집뇨계가 열려 이를 봉합해야 한다면 평균 수술시간과 온허혈시간이 연장되기 때문에 봉합시간을 줄이기 위한 방법으로 LapraTy suture clip (Fig. 5) 과 pre-formed loop (Fig. 6) 등이 사용되기도 한다.

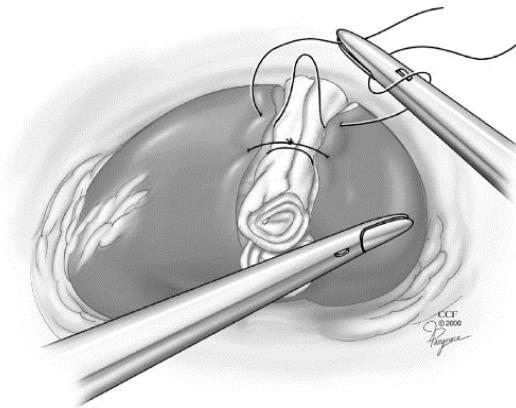


Fig 4. Intracorporeal suturing with oxidized cellulose bolster

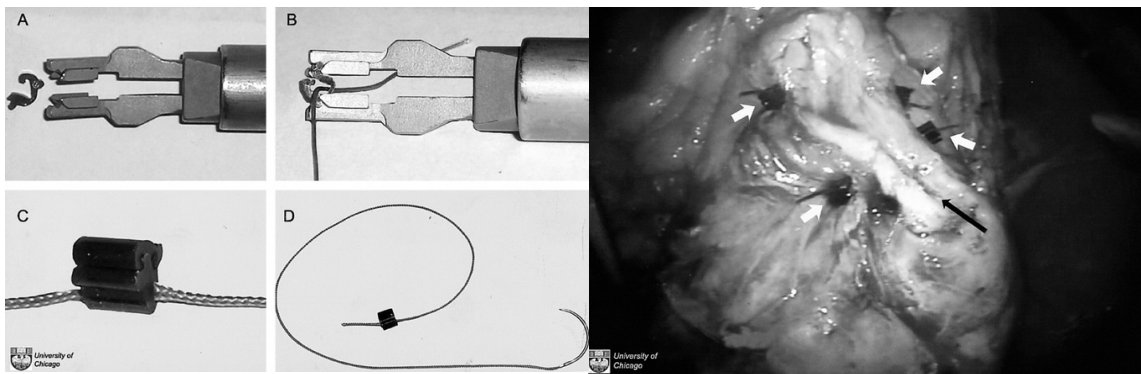


Fig 5. LapraTy suture clip. LapraTy clip cinched at terminal end of suture. Second LapraTy clip applied to terminal end of each suture.

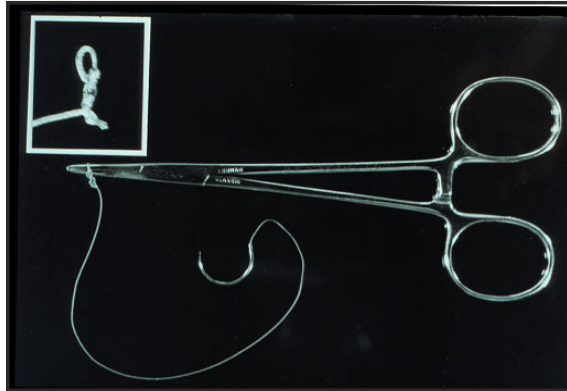


Fig 6. Pre-formed loop on the end of the suture

5. Renal Hypothermia

복강경 부분 신절제술의 적응증이 좀 더 큰 종양과 신중심부에 위치한 종양에까지 확대됨에 따라 온허혈시간이 연장될 것이라면, 신냉각 방법에 좀 더 많은 노력을 기울여야 할 필요성이 있다. Gill 등은 신장을 Lap-bag에 넣고 입구를 Hem-o-lok clip으로 막은 뒤, 입구의 반대쪽 모서리를 trocar를 통해 빼내어 구멍을 낸 후, slush를 넣어 신냉각을 시행하고 있다 (Fig. 7). 그 밖에 main renal a에 iced Ringers lactate 를 perfusion하는 cold arterial perfusion법과 기존에 삽입하였던 요관카테터를 통해 냉각수로 신장을 관류시키는 방법으로 신장을 21-24°C까지 냉각시킬 수 있다고 보고되었지만, 신냉각에 의한 신기능의 보존은 15°C 가 가장 적합하다고 보고되고 있고, 20-25°C 정도의 냉각으로 신기능 보존에 적합한지는 확실하지 않다.

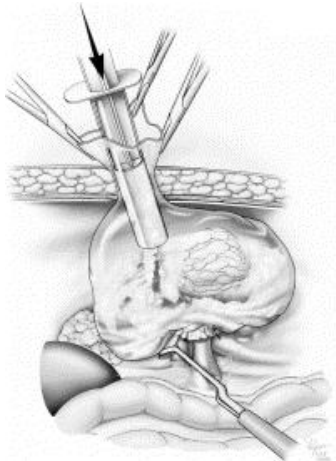


Fig 7. Renal hypothermia with ice slush Endocatch-II bag is placed around the kidney drawstring is cinched around the intact mobilized renal hilum The renal hilum is occluded with a Satinsky clamp The bottom of the bag is retrieved through a 12 mm port site and cut open 600-750cc of ice-slush for 5mins → core renal temperature : 5-19°C

6. Hand-assisted LPN (HALPN) & Robot-assisted LPN (RALPN)

HALPN은 수술과 관련된 이환율, 합병증, 절제연 양성을 등에서 LPN과 동등하고 복강경 수술의 경험이 적은 술자도 쉽게 시행가능한 장점이 있으나 LPN에 비해 비용이 더 들고 LPN에서는 필요치 않은 큰 절개가 필요한 것이 단점이다. daVinci system을 이용한 RALPN은 안전하고 시행가능하며 재현성있는 술기로 보고되었지만 LPN에 비해 이점은 없는 것으로 되어있다.

III. Tissue ablative techniques

복강경 부분 신절제술은 기존의 개복 부분 신절제술과 동일한 종양학적 결과를 얻으면서도 복강경 수술이 가지는 많은 장점을 가진 수술이지만 아직까지 비뇨기과 의사가 복강경 부분 신절제술의 술기를 습득하는 데는 많은 기술적인 어려움이 따르고 수술의 이환율이 증가할 수 있으며 전신상태가 좋지 않은 환자에게는 적용하기 힘든 문제가 있다. 이런 난점들을 극복하기 위해 더욱 최소 침습적인 술기들이 시도되고 있다.

1. Cryoablation

Cryoablation은 다양한 기전에 의해 직, 간접적으로 세포를 사멸시키는데, freezing시 온도가 -20°C 이하고 급강하하면 세포의 수분이 얼음으로 결정화되고 고삼투압 환경이 형성되면서 수분고갈과 변성, 그리고 전해질 불균형이 생긴다. Thawing 시에는 얼음 결정들이 합쳐지면서 보다 커다란 얼음 결정을 형성하고 결국 세포막이 파열되어 세포가 죽게 된다. Freezing시 발생했던 일차적인 혈관수축은 thawing시 온도 상승으로 혈관 확장과 부종이 이차적으로 발생되며, 혈관내피 손상으로 혈소판 응집과 미세혈전이 형성되어 종양 성장에 관련된 혈관공급이 차단된다. 최근에는 cryoablation이 직접적인 암세포 사멸과 혈관공급의 차단 뿐 아니라, 이차적인 세포사멸사 (apoptosis)와 전신적인 생체내 면역체계의 활성화로써항종양효과를 증대시킨다는 것이 밝혀지고 있다. Delworth 등이 1996년 신세포암에 대해 open renal cryoablation을 보고한 이래 다른 연구자들에 의해 복강경하 (Table 2.) 또는 경피적으로 renal cryoablation이 시행되고 있다. Renal cryoablation이 부분 신절제술에 비해 이환율이 적고, 단-중기적 추적검사결과 종양학적인 결과가 매우 고무적이기는 하지만 (Table 3), 방사선학적인 추적검사 결과에는 위음성의 위험성이 존재하고, 조직검사 결과에서 음성이 나왔다고 해서 완전히 양성을 배제할 수 없다는 불안감이 있다. 따라서 향후 많은 장기 추적결과가 수집되어야 할 것이다.

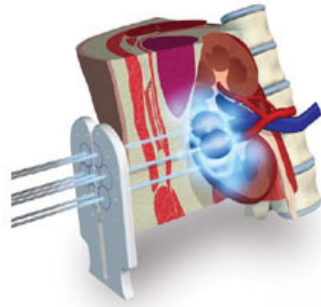


Fig 8. Renal Cryoablation.

Table 2. Technical steps in laparoscopic renal cryoablation

1. Transperitoneal or retroperitoneal access
2. Dissection of renal tumor and surrounding organs/viscera away from tumor
3. Needle biopsy of tumor
4. Precise placement and angulation of cryoprobe into center of tumor under intraoperative laparoscopic ultrasound guidance
5. Real-time ultrasound monitoring of iceball formation 1 cm beyond tumor margin
6. Double freeze - thaw cycle
7. Post-thaw hemostasis using argon-beam coagulation and FloSeal®

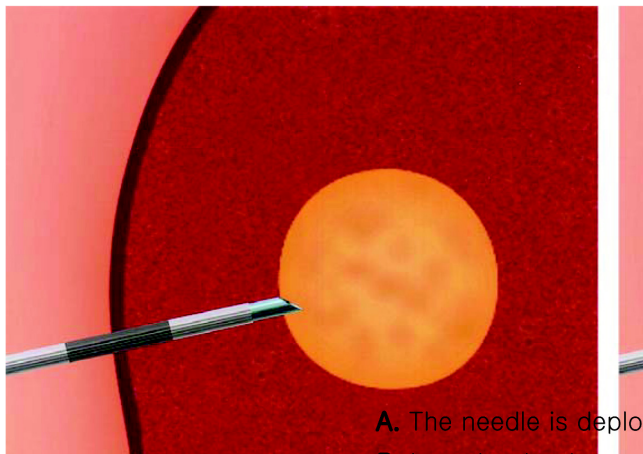
Table 3. Outcomes of renal cryoablation

Series	No. of pts.	Mean follow-up (mos)	Access	Comments
Uchida et al (1995)	2	10	Percutaneous	Patients with metastatic RCC; feasibility study only
Rodriguez et al (2000)	7	14.2	Laparoscopic (3), open (4)	No recurrences noted
Shingleton and Sewell (2001)	22	9.1	Percutaneous	1 patient required re-treatment; no recurrences noted
Lee et al (2003)	20	14.2	Laparoscopic	No recurrences noted
Nadler et al (2003)	15	15.1	Laparoscopic	1 treatment failure; 1 patient with ipsilateral renal tumor
Moon et al (2004)	16	9.6	Laparoscopic	No recurrences; 1 open conversion
Cestari et al (2004)	37	20.5	Laparoscopic	1 recurrence in ipsilateral kidney; 1 contralateral renal mass
Gill et al (2005)	56	36	Laparoscopic	98% cancer-specific survival

2. Radiofrequency Ablation (RFA)

고주파(radiofrequency)란 200-1,200kHz 범위의 고주파 대역에서 진동하는 교류전류를 말한다. 고주파 전극을 통하여 전달된 교류전류는 전극 주변조직의 매우 높은 전기저항으로 인하여 조직에서 교류 전류장을 형성하게 되고, 이는 조직내 이온의 떨림을 유도하게 되고 이는 다시 조직 내에서 마찰열을 발생시키게 되어, 이 열의 전도에 의해 조직의 괴사를 일으킨다 (Fig. 9).

Zlotta 등이 처음으로 근치적 신절제술 1주 전에 작은 신세포암에 RFA를 시행하여 종양의 완전 괴사를 보고하였고, McGovern 등은 RFA를 신종양의 단독치료로 사용하여 3개월 후 추적 CT 검사상 종양의 조영증강이 없는 것을 보고하였다. 이러한 보고들이 발표된 이래 RFA에 관한 여러가지 고무적인 연구 결과들이 보고되었다 (Table 4). 여러 연구에서 RFA에 의한 종양 파괴의 적절성을 평가하였는데 Matlaga 등은 신적출술 직전에 초음파 유도하에서 10개의 신종양에 대해 RFA를 시행하였고 적출한 조직을 검사한 결과 두개에서 잔존 종양이 발견되었고, Rendon 등은 RFA 시행 후 신장을 적출하여 조직 소견을 관찰한 결과 모든 종양에서 5-10%의 살아있는 종양세포를 발견하였다고 보고하였다. 이는 CT의 조영증강 유무가 치료받은 종양 내 생존 종양을 발견할 수 있을 만큼 예민하지 않다는 것을 의미한다. 또한 비교적 재현성과 반복성이 있는 치료 결과를 얻기 위해서는 보다 효율적인 고주파 에너지의 전달 모드, 전극의 수 및 치료 기간, 종양의 위치에 따른 접근 방식 등에 관한 연구가 필요하다.



- A. The needle is deployed into the tumor.
- B. Inner hot hooks are deployed.
- C. After delivery of radiofrequency energy, the tumor and a 1-cm margin are ablated.

Fig 9. Radiofrequency ablation

Table 4. Outcomes of RFA of renal tumors

Series	No. of tumors	Mean F/U (mos)	Success
Gervais	9	10.	7/9
Pavlovich	24	>2	19/24
Roy-Choudhury	11	17.1	9/11
Gervais	42	13.2	36/42
Su	35	9	33/35
Mayo-Smith	36	9	26/32
Farrell	35	9	35/35
Hwang	24	12	23/24
Matsumoto	62	13.7	62/64
Zagoria	24	7	20/24
Lewin	10	25	10/10
Varkarakis	56	27	47/56
Cadeddu	109	N/A	106/109

3. High-Intensity Focused Ultrasound

초음파는 두가지 주요 기전에 의해 조직 손상을 일으킨다. 첫째는 물리적 에너지가 열로 바뀔에 의한 것이고, 둘째는 공동형성 (cavitation)을 통해서이다. HIFU의 원리는 짧은 시간 동안 고온을 유지함으로써 열에 의한 독성으로 응고성 괴사를 야기하여 비가역적으로 세포를 죽이는 것이다. 음향에 의한 공동형성은 기계적 스트레스와 열손상에 의한 세포괴사를 유발한다. HIFU의 장점은 어떠한 port, seed, 방사선도 사용하지 않아 완전히 비침습적이라는 점과, 첫 시술 후 투여 용량에 큰 제한이 없어서 필요하면 반복시술이 가능하고 추가로 다른 치료를 받는데 아무런 제약을 주지 않는다는 점이다. 하지만 초음파는 공기가 차있는 폐나 위장관 같은 장기를 전파해 나가지 못하며 뼈와 같은 장애물을 만나면 흡수되거나 반사되는 제한점이 있다. 2002년 Köhrmann 등은 3개의 신세포암을 동반한 1명의 환자에 대해 HIFU를 시행한 성적을 보고하였는데, 이는 신세포암에 대해 완치목적으로 HIFU를 시행하고 6개월간 경과 관찰을 한 최초의 보고이다. 시술 후 변화를 MRI로 관찰하였을때 2개의 종물은 시술 17일 및 48일째에 괴사소견을 보였고, 괴사조직은 6개월까지 크기가 감소하였다. 신장극에 위치한 나머지 1개의 종양은 늑골에 의해 에너지가 흡수되면서 변화를 나타내지 않았다. HIFU가 신종양의 치료로 널리 받아들여지기 위해서는 에너지 분배의 조절, 모니터링, 그리고 목표물의 움직임에 대한 조절 등이 해결되어야 할 숙제로 남아있다.

4. Microwave Thermotherapy

Microwave thermotherapy는 원래 간절제시 지혈목적으로 사용되었으나, 2000년 Tanaka 등은 microwave tissue coagulator를 이용하여 신혈관의 겹자나 신냉각 없이 작은 크기의 신종양을 제거할 수 있다고 보고하였다. 그러나 이 방법은 후복막으로 접근하여 작은 종양을 절제하는 데는 효과적이지만 종양이 큰 경우에는 사용이 제한적이다.

IV. Conclusion

복강경 부분 신절제술은 아직까지 많은 술자들이 시행하기에는 어려운 술기이기는 하지만, 복강경 수술의 경험이 축적되고 지혈이나 신냉각 방법 등 좀 더 효율적인 복강경 기구가 개발된다면 개복 부분 신절제술을 대체하는 표준적인 치료법이 될 수 있을 것으로 생각한다.

지난 수 년 동안 cryoablation과 RFA 등 tissue ablative technique은 실험실적 연구에서 임상적 연구로 중요한 발전을 이루었고 술 후 이환율을 줄일 수 있는 새로운 개념의 치료 전략이지만 파괴시킨 종양을 남겨 두는 것은 종양학적인 측면에서는 부적절하고 치료효과를 판정하는데 어려움이 있다. 또한 널리 보급되기 위해서는 치료방법의 표준화가 요구된다. 수술적 절제술이 비교적 사망률이 낮고 치료효과가 높은 점을 감안할 때, 개복 부분 신절제술과 복강경 부분 신절제술은 완치가 가능할 것으로 추정되는 신종양의 경우 표준적 치료로 남아야 할 것으로 생각한다. 그러나 수술적 치료의 적응이 되지 않는 일부 신종양 환자의 경우에는 tissue ablative technique이 유용한 치료 방법으로 사용될 수 있을 것이다.

References

1. Jemal A, Tiwari RC, Murray T et al. Cancer statistics, 2004. *CA Cancer J Clin* 2004;54:8.
2. WH, Devesa SS, Warren JL et al. Rising incidence of renal cell cancer in the United States. *JAMA* 1999;281:1628.
3. RV, Kavoussi LR, Soper NJ et al. Laparoscopic nephrectomy: initial case report. *J Urol* 1991;146:278.
4. Wolf JS Jr, Merion RM, Leichtman AB et al. Randomized controlled trial of hand-assisted laparoscopic versus open surgical live donor nephrectomy *Transplantation* 2001;72:284.

5. Lau WK, Blute ML, Weaver AL et al. Matched comparison of radical nephrectomy vs nephron-sparing surgery in patients with unilateral renal cell carcinoma and a normal contralateral kidney Mayo Clin Proc 2000;75:1236.
6. Lee CT, Katz J, Shi W et al. Surgical management of renal tumors 4 cm or less in a contemporary cohort. J Urol 2000; 163: 730.
7. Winfield HN, Donovan JF, Godet AS et al. Laparoscopic partial nephrectomy: initial case report for benign disease. J Endourol 1993;7:521.
8. Marberger M, Georgi M, Guenther R et al. Simultaneous halloon occlusion of the renal artery and hypothermic perfusion in in situ surgery of the kidney J Urol 1978; 119:463.
9. Guillonneau B, Bermudez H, Gholami S et al. Laparoscopic partial nephrectomy for renal tumor: single center experience comparing clamping and no clamping techniques of the renal vasculature. J Urol 2003;169:483.
10. Gill IS, AbreuSC, Desai MM et al. Laparoscopic ice slush renal hypothermia for partial nephrectomy: the initial experience. J Urol 2003;170:52.
11. Janetschek G, Ahdelmaksoud A, Bagheri F et al. Laparoscopic partial nephrectomy in cold ischemia: renal artery perfusion. J Urol 2004;171:68.
12. Landman J, Venkatesh R, Lee D et al. Renal hypothermia achieved by retrograde endoscopic cold saline perfusion: technique and initial clinical application. Urology 2003;61:1023.
13. Crain DS, Spencer CR, Eavata MA et al. Transureteral saline perfusion to obtain renal hypothermia: potential application in laparoscopic partial nephrectomy. JSLS 2004;8:217.
14. Kane CJ, Mitchell JA, Meng MV et al. Laparoscopic partial nephrectomy with temporary arterial occlusion: description of technique and renal functional outcomes. Urology 2004;63: 241.
15. Bhayani SB, Rha KH, Pinto PA et al. Laparoscopic partial nephrectomy: effect of warm ischemia on serum creatinine. J Urol 2004;172:1264.
16. Janetschek G, Jeschke K, Peschel R et al. Laparoscopic surgery for stage T1 renal cell carcinoma: radical nephrectomy and wedge resection. Eur Urol 2000;38:131.
17. MT, Bishoff JT, Su LM et al. Hemostatic laparoscopic partial nephrectomy: initial experience with the radiofrequency coagulation-assisted technique. Urology 2001;58:8.
18. McDougall EM, Elbahnasy AM, Clayman RV. Laparoscopic wedge resection and partial nephrectomy: the Washington University experience and review of the literature. JSLS 1998; 2:15.
19. Fergany AF, Haféz KS, Novick AC. Long-term results of nephron sparing surgery for localized renal cell carcinoma: 10- year followup. J Urol 2000;163:442.
20. Gill IS, Matin SF, Desai MM et al. Comparative analysis of laparoscopic versus open partial nephrectomy for renal tumors in 200patients. J Urol 2003;170:64.

21. Novick AC. Laparoscopic and partial nephrectomy. *Clin Cancer Res* 2004;10:6322S.
22. Voipe A, Panzarella T, Rendon RA et al. The natural history of incidentally detected small renal masses. *Cancer* 2004; 100: 738.
23. Nakada SY, Lee FT Jr, Warner T et al. Laparoscopic cryosurgery of the kidney in the porcine model: an acute histological study. *Urology* 1998;51:161.
24. Campbell SC, Krishnamurthi V, Chow G et al. Renal cryosurgery: experimental evaluation of treatment parameters. *Urology* 1998;52:29.
25. Chosy SG, Nakada SY, Lee ET Jr et al. Monitoring renal cryosurgery: predictors of tissue necrosis in swine. *J Urol* 1998;159:1370.
26. Lee DI, McGinnis DE, Feld R et al. Retroperitoneal laparoscopic cryoablation of small renal tumors: intermediate results. *Urology* 2003;61:83.
27. Gill IS, Novick AC, Meraney AM et al. Laparoscopic renal cryoablation in 32 patients. *Urology* 2000;56:748.
28. Woolley ML, Schulsinger DA, Durand DB et al. Effect of freezing parameters (freeze cycle and thaw process) on tissue destruction following renal cryoablation. *J Endourol* 2002;16: 519.
29. Lowry PS, Nakada SY. Renal cryotherapy: 2003 clinical status. *Curr Opin Urol* 2003;13:193.
32. Desai MM, Gill IS. Current status of cryoablation and radiofrequency ablation in the management of renal tumors. *Curr Opin Urol* 2002;12:387.
30. Johnson DB, Solomon SB, Su LM et al. Defining the complications of cryoablation and radio frequency ablation of small renal tumors: a multi-institutional review. *J Urol* 2004;172:874.
31. Cestari A, Guazzoni G, Dell'Acqua W et al. Laparoscopic cryoablation of solid renal masses: intermediate term followup. *J Urol* 2004;172:1267.
32. Michaels MJ, Rhee HK, Mourtzinis AP et al. Incomplete renal tumor destruction using radio frequency interstitial ablation. *J Urol* 2002;t68:2406.
33. RA, Kachura JR, Sweet JM et al. The uncertainty of radio frequency treatment of renal cell carcinoma: findings at immediate and delayed nephrectomy *J Urol* 2002;t67:t587.
34. Damianou C, Pavlou M, Velev O et al. High intensity focused ultrasound ablation of kidney guided by MRI. *Ultrasound Med Biol* 2004;30:397.