



위암의 로봇수술

손 태 일¹ · 형 우 진^{2*} | ¹을지대학교 의과대학 외과, ²연세대학교 의과대학 외과

Robotic surgery for gastric cancer

Taeil Son, MD¹ · Woo Jin Hyung, MD^{2*}

Department of Surgery, ¹Eulji University School of Medicine, Daejeon, ²Yonsei University College of Medicine,

*Corresponding author: Woo Jin Hyung, E-mail: wjhyung@yuhs.ac

Received June 13, 2012 · Accepted June 27, 2012

Minimally invasive surgery (MIS) for gastric cancer has been gaining popularity. Although many surgeons have reported the feasibility of MIS for gastric cancer, difficulties in standard lymph node dissection and anastomoses during laparoscopic procedures have hindered the widespread use of this technique. To overcome these difficulties, a robotic system has been adopted and its feasibility and safety have been shown. However, robotic surgery for gastric cancer has shown few definite advantages over conventional laparoscopy so far. In addition, longer operation time and much higher cost for this procedure are consistently noted. Recently, some retrospective comparative studies have reported benefits of robotic surgery over laparoscopic gastrectomy such as more complete D2 lymph node dissection for advanced gastric cancer, less blood loss, and shorter learning curves. For the wider spread of robotic surgery for gastric cancer, well designed studies are required to verify patients' secondary advantages, the cost benefit trade-off, and oncologic outcomes.

Keywords: Gastrectomy; Robotic surgery; Minimally invasive surgery

서 론

위암의 최소침습수술은 현재 조기위암에서 기존의 개복수술과 동등한 장기 생존율과 함께 몇몇 단기 수술 성적으로 우수한 결과를 보여주고 있다[1-3]. 아직 다기관 전향적 연구들의 결과가 더 축적되어야 하지만 기술, 기구의 발전과 더불어 가까운 미래에 조기위암의 우선적인 치료방향이 될 것으로 전망된다. 조기위암뿐만 아니라 진행위암에서도 최소침습수술을 적용하는 기관 및 외과의들이 증가하고 있는데 일부의 복강경 경험이 풍부한 외과의들에 의해서 다기관 전향적 연구가 진행 중에 있다[4-6].

많은 논란에도 불구하고 최소침습수술의 여러 가지 장점

들은 기존의 개복수술을 대체할만한 매력을 가지고 있다. 하지만 위의 여러 연구 및 보고들은 한국 및 일본을 위시한 일부 국가에서의 풍부한 임상경험을 가진 외과의들에 의해 주도된 결과다[7]. 그렇기 때문에 여전히 많은 수의 외과의들이 최소침습수술을 이용한 위암치료에 어려움을 느끼고 있다. 따라서 이후의 연구들에서 긍정적인 결과가 계속 보고되더라도 위암에서의 최소침습수술의 적용 확대와 범용을 위해서는 극복해야 할 기술적인 문제들이 존재할 것으로 예측된다.

조기위암과 달리 진행위암에서의 최소침습수술의 장기 종양학적 결과에 대해서는 의견의 차이가 분명하다. 이는 복강경으로 진행되는 시술의 추가적인 위험 부담, 즉 트로카

절개창으로의 국소 재발이나 기복에 의한 혈행성 전이 및 복막 전이의 증가 가능성이 재발의 위험성을 증가 시킬 수 있다는 점이다[3]. 하지만 그러한 이유 보다는 결국 진행암에서 필수적인 D2 림프절 절제술을 얼마나 많은 외과의들이 적절하게 수행할 수 있는가가 기존 수술과의 종양학적 성적의 차이를 결정지을 것이라 판단된다[4,8,9].

따라서 수술자의 숙련도가 위의 문제를 해결하는 중요한 요소라고 할 수 있겠다. 하지만 현재까지의 최소침습수술의 발전과정을 통해서 보면 수술시스템 및 기구의 급속한 발전 또한 기술적인 문제들을 해결하는 매우 중요한 요인이었다. 그러한 의미에서 현 상태에서 복강경수술의 단점들을 해소하고 수술의 질을 극대화 시킬 수 있는 도구는 바로 로봇시스템이라 할 수 있겠다[10]. 국내에서 로봇시스템을 이용한 위암수술은 2005년 시작된 이후로 시행 건수 및 기관이 점진적으로 늘어가고 있다[11]. 그러나 위암에서의 로봇수술은 여전히 복강경수술과 비교하여 가격대비 월등한 장점을 보여주지 못함으로써 그 적용 확대에 논란이 되고 있다[12]. 이에 지금까지 발표된 문헌을 중심으로 로봇 위암수술이 기존 위암수술에 비해 어떠한 이점을 갖는지 알아보고 향후 로봇수술의 적용 방향, 전담 등에 대해 논하고자 한다.

위암수술의 복잡성

위암수술은 일반적으로 일본에서 제정한 위암취급규약의 가이드라인을 따르고 있다[13]. 내시경점막절제술이나 점막하박리술에 해당되지 않는 일부 조기위암이 현재 복강경 위절제술의 적용이 되고 있으며 진행암에서의 표준수술은 여전히 기존의 개복수술이다. 복강경수술이 조기위암에 먼저 도입 및 정착하게 될 수 있었던 것은 축소된 림프절 절제를 해도 충분한 종양학적 결과를 얻을 수 있다는 여러 데이터에 기인하였다[1,14]. D1(D1+ α), 또는 D1+(D1+ β) 림프절 절제범위는 많은 외과의들에 의해 시행가능하며 안전한 것으로 되어 있다[15]. 그러나 진행위암의 치료를 위해 필수적인 D2 림프절 절제는 일부 경험이 축적된 외과의들에 의해 시행가능하며 안전하다고 보고되었지만 여전히 많은 수의 외과의들에게 부담이 되는 술식이 아닐 수 없다. 앞서 서

론에서 언급한 것처럼 진행암에서의 성패는 결국 최소침습수술이 개복수술과 비교했을 때 보편적인 외과의가 이 술식을 얼마나 충실하게 완수할 수 있느냐가 중요한 요소이기 때문에 그러하다.

지금까지 여러 문헌에서 보고된 바와 같이 경험이 풍부한 복강경 외과의들도 우위대동맥(림프절 #6), 총간동맥(#8a) 및 고유간동맥(12a), 복강동맥(#9), 좌위동맥(#7), 비장동맥(#11p)의 림프절 절제는 쉽지 않다고 보고하고 있다[8]. 특히 고유간동맥 주위 림프절, 비장동맥 림프절은 고유간동맥, 비장 동맥의 배측에 위치하기 때문에 적절한 견인을 하지 못하면서 직선의 복강경 기구로 접근 및 절제를 시행하는데 어려움이 있다[16]. 게다가 수술자와 카메라의 떨림은 일정한 견인을 할 수 없게 하고 정교한 림프절 절제를 방해하는 추가요인이 된다[16]. 결과적으로 많은 외과의들이 이 부위에서 대량 출혈, 췌장 실질의 손상 및 혈관 손상들을 경험하게 되고 이는 또한 불완전한 림프절 절제술, 수술시간의 지연 등을 유발하게 된다. 또한 상부 진행 위암의 림프절 절제 시 포함되는 원위부 비장동맥(#11d), 비문(#10)의 림프절 절제는 복강경을 시도하는 외과의에게 상당히 부담스러운 부분이며 특히 주변의 혈관들과 췌장, 비장 등의 손상이 철저한 림프절 절제를 하는 것은 매우 어려운 것으로 보고되고 있다[8,17-19]. 그 외에도 위전절제술 시의 체내 식도-공장 문합 등도 복강경수술 시에 어려움을 호소하는 부분으로 알려져 있다.

위암수술에서 로봇수술의 장점

현재까지 로봇시스템을 이용한 위암의 위절제술에 대해 발표된 문헌들 중, 본문에서 언급된 이 수술방법의 객관적, 주관적인 장단점들을 열거하였다(Table 1). 많은 수의 로봇 단독 연구 또는 복강경, 개복수술과의 비교연구에서 로봇수술이 수술 중 출혈량을 적게 하는 것으로 보고하고 있다[4,8,9,12,20-22]. 이는 로봇수술의 장점들로 인해 보다 세밀한 림프절 절제가 가능했기 때문으로 분석된다. 또한 복강경과 달리 로봇팔을 이용하여 움직임 없이 안정적으로 출혈 부위를 압박하여 지혈할 수 있는 것도 장점으로 언급되었



Table 1. Advantages and disadvantages of robotic gastrectomy

Authors	Year	Sample	Advantages	Disadvantages
Anderson et al. [27]	2007	7 Robot	Stable and superior movements during lymphadenectomy Facilitating extended lymphadenectomy in patients with higher BMI Possibility allowing more surgeons to complete D2 dissection	Difficulties when dissecting multiple quadrants, heavy structures Increased operation time Higher cost
Hyung [29]	2007	10 Robot 10 Lap, initial 10 Lap, recent	Feasible and safe compared to laparoscopic surgery Possibility of easy adoption for inexperienced laparoscopic surgeon	Higher cost Longer operation time Lack of training program
Patriti et al. [16]	2008	13 Robot	Feasible and safe in D2 LN dissection Higher percentage of patients can start chemotherapy on time Higher performance in area around splenic hilum Easily performed purse string suture during anastomosis	Longer operation time Higher cost
Song et al. [23]	2009	20 Robot 20 Lap, initial 20 Lap, recent	Shorter LOS, resumption of diet than initial experience of laparoscopy Shorter operation time than initial laparoscopic experiences Shorter learning curve than laparoscopic surgery Easily adopted for experienced laparoscopic surgeon	Higher cost Longer operation time No definite patients' side advantages than laparoscopic surgery
Song et al. [11]	2009	100 Robot	Easier way to expand the indications of MIS to advanced cancer Meticulous dissection around specific LN stations; 10, 11, 14v Intracorporeal stapling facilitated by robot arms	Longer operation time Lack of specific instruments for gastrectomy
Hur et al. [28]	2010	7 Robot	Intracorporeal robot sewing for anastomoses Able to perform totally robotic surgery for gastric cancer	
Kim et al. [20]	2010	16 Robot 11 Lap 12 Open	Less blood loss than open surgery Shorter hospital stay Easily performed LN dissection in difficult area	Longer operation time Small field of view Laborious movement from one surgical field to another Difficulties in exposing surgical field using the 3rd arm
Eom et al. [25]	2011	30 Robot 62 Lap	15 Cases for overcoming learning curve	Higher cost Much blood loss Longer operation time for LN dissection in each station of LN

(Continued)

Table 1. (Continued)

Authors	Year	Sample	Advantages	Disadvantages
Woo et al. [12]	2011	236 Robot 591 Lap	Higher percentage of discharged patients within 5days Insignifiant but slightly higher number of retrieved LNs Less blood loss	Higher cost
Yoon et al. [30]	2011	36 Robot 65 Lap	Comparable initial experience to recent laparoscopic total gastrectomy	Longer operation time No apparent benefits over laparoscopic total gastrectomy
Caruso et al. [9]	2011	29 Robot 120 Open	Oncologically comparable to open surgery in D2 LN dissection Shorter hospital stay Less blood loss	Longer operation time
D'Annibale et al. [8]	2011	24 Robot	Less blood loss compared to literature Less complication which allows patients can start adjuvant CTx. on time 11 Cases needed for overcoming the learning curve	Longer operation time
Lee et al. [21]	2011	12 Robot	Shorter time for adaptation Less blood loss due to steady compression with a robotic arm Increased retrieved LNs owing to delicate procedure	No tactile sense causing pancreatic parenchyme injury
Uyama et al. [26]	2012	25 Robot	Better suprapancreatic LN dissection Less blood loss Shorter postoperative hospital stays 12 Cases needed for overcoming learning curve	
Huang et al. [22]	2012	39 Robot 64 Lap 586 Open	Less blood loss Much higher number of retrieved LNs Shorter hospital stays	Longer operation time Higher cost

Lap, laparoscopic surgery; BMI, body mass index; LN, lymph node; LOS, length of stay; MIS, minimally invasive surgery; CTx, chemotherapy.

다[21]. 수술 후의 재원기간에 대해서도 여러 보고가 있었는데 Kim 등[20]의 연구에서는 개복이나 복강경수술보다 재원일수가 적었고, Song 등[23]은 같은 수술자의 초기 복강경 경험에 비교하였을 때 재원일수와 식이 섭취 시작 시기가 의미 있게 짧았다고 보고하였다. 그 외의 연구에서도 개복수술이나 기존 경험과 비교하여 재원일수가 감소하는 경향이 있다고 보고하고 있다[4,9,22]. 합병증은 대부분 복강경수술과 비슷한 것으로 보고하였는데 Woo 등[12]은 수술 후 5일 내에 퇴원하는 환자의 비율이 복강경 보다 로봇수술그룹에서 더

높은 것으로 보고하였다. 다른 로봇 단독 연구들에서는 수술 후 합병증의 감소로 보다 많은 비율의 진행위암 환자들이 수술 후 보조항암요법을 제 시기에 시작할 수 있었다고 보고하였다[8,16]. 학습곡선을 언급한 연구들에서는 복강경위암수술 경험이 풍부한 수술자의 경우 11건에서 15건정도의 경험이 축적되면 수술시간의 안정화가 온다고 보고하였다. 이는 기존의 복강경수술의 안정화를 위해 50건 이상의 경험이 필요했던 것과 큰 차이를 보이고 있다[8,24-26]. 이에 따라 일부에서는 경험이 부족한 외과의들에게 로봇수술이 최소침습

수술의 적용을 확대시킬 수 있는 중요한 도구가 될 것이라 예상하기도 했다[11,23,27]. 로봇수술의 가장 큰 장점중의 하나는 D2 림프절 절제술을 수술자가 복강경 때보다 좀 더 편하고 정밀하게 할 수 있다는 것이다. 대부분의 연구에서 공통적인 의견은 췌장 상연의 주요 혈관과 비문부 주위의 림프절 절제에서 로봇수술이 큰 장점을 가진다는 것이다[4,9,11,16,20]. 그러나 아직 출혈량의 감소 등을 제외하고는 뚜렷한 수술결과 의 향상은 보고되고 있지 못하는 실정이며 림프절 절제 개수에 있어서도 복강경에 비해 조금씩 많기는 하지만 통계적으로 유의한 보고는 없는 상황이다[12,16,21,22]. 그 외에 수술자들이 느끼는 장점으로는 체질량지수가 높은 환자에서 확대 림프절 절제가 용이하며[27] 문합 시에 씌지못함을 하기 쉽고 [16] 자동문합기를 이용한 체내 문합술을 시행할 경우 위장관의 위치를 조작하기 쉬우며[11] 로봇팔을 이용하여 안전하게 체내 문합을 할 수 있어 수술의 전 과정을 로봇으로 진행할 수 있게 하는 것 등이다[28].

위암수술에서 로봇수술의 단점

잘 알려진 바와 같이 대부분의 연구에서 고비용과 긴 수술 시간을 로봇수술의 단점으로 지적하였다[8,9,11,12,16,20,22,23,25,27,29,30]. Eom 등[25]은 각 림프절 위치를 구분하여 복강경과 로봇수술에서의 소요시간을 비교하였다. 이 연구에서 로봇수술은 각 군의 절제 림프절 개수는 증가시키지 못하면서 수술시간이 더 걸리는 것으로 나타났다. 이 연구에서는 또한 다른 연구와는 다르게 출혈량이 로봇수술그룹에서 더 많은 것으로 지적하였다. 로봇수술이 촉감을 전달할 수 없어서 조직의 손상을 유발할 수 있다는 의견이 시행 초기부터 제시되었는데 Lee 등[21]은 초기경험에서 이와 같은 이유로 췌장 실질의 손상을 경험하였다고 보고하였다. 그러나 다른 문헌에서는 이러한 문제나 로봇수술과 직접적으로 관련된 합병증에 대해서는 언급이 없었다. 그 외에 Kim 등[20]은 수술자의 시야가 좁다고 보고하였고 수술시야를 전환하는데 수술자에게 많은 노력을 요하게 되고 견인을 주로 담당함으로써 수술시야를 확보하는 역할을 하는 세 번째 로봇팔의 조작이 초기 경험의 경우 쉽지 않다고 지적하

였다. 그리고 위암에 특화된 기구의 부족, 트레이닝 프로그램의 부족 등도 단점으로 지적되었다[11,29].

전망 및 결론

현재까지의 연구성과에 따르면 다빈치로봇시스템을 이용한 로봇위절제술은 유용하고 안전한술식이다. 2009년까지 약 16개 병원의 24명의 외과에 의해서 로봇위암수술이 시행되었으며 그 수는 점차 증가하고 있다. 처음 복강경위암수술이 도입되었을 때 많은 의사들이 이 수술방법의 도입에 우려를 하였고 지금도 종양학적인 결과에 대해서는 논란의 여지가 있는 것이 사실이다. 조기위암에서는 축소림프절 절제술을 포함한 복강경위절제술이 여러 가지 훌륭한 단기 성적과 함께 환자의 삶의 질을 향상 시키는 것으로 인정받고 있지만 여전히 복강경을 이용한 위절제술은 많은 수의 외과 의들이 배우기 어렵고 완수하기 어려운 술기인 것이 사실이다. 그 이유는 복강경위암수술은 직관적이지 못한 움직임이 추가 되며 수술자의 편의를 극대화시키는데 근본적인 한계가 있어서 긴 학습곡선을 가지고 있기 때문이다. 로봇을 이용한 수술은 복강경의 이러한 단점을 극복하고 좀 더 세밀한 동작으로 좁은 공간에서의 수술의 완성도를 높이는데 크게 기여를 하였다. 가장 주된 장점 세 가지는 삼차원 입체영상, 7자유도를 가진 로봇팔, 그리고 수술자의 떨림의 보정이다. 로봇수술은 이러한 장점으로 인해 도입되었으며 대체적으로 수술자의 주관적인 만족도는 높은 것으로 추정된다.

아직은 초기 단계이기 때문에 로봇수술이 갖는 의미를 최종적으로 단정하기는 어렵지만 앞서 본문에서 나열하였던 여러 가지 장점들은 결국 외과의들에게 최소침습수술의 적응증을 좀더 확대시키는데 긍정적으로 작용할 것으로 생각된다. 대부분의 연구들이 초기경험의 후향적 연구이기 때문에 학습곡선을 극복한 후의 추가 연구들이 필요할 것이다. 특히 복강경 위암수술의 경험이 부족한 외과의에서의 로봇수술이 갖는 장점, 학습곡선 및 D2 림프절 절제술의 용이성 등이 연구를 통해 밝혀져야 할 것이며 진행암에서의 로봇수술과 기존 복강경수술의 차이점에 대한 전향적 연구가 필요할 것이다. 또한 췌장, 비장 보존 비문 절제술이나 유문 보존

위절제술과 같이 좁은 범위의 정밀한 술기가 요구되는 수술에서의 로봇수술의 의의도 평가되어야 할 것이다. 단점으로 지적되고 있는 긴 수술시간은 경험이 축적되면 용인할 만큼 줄어들 것으로 예상되며 다른 뚜렷한 장점이 보고되면 현재의 수술시간 차이는 큰 문제가 되지 않을 것으로 예상된다. 로봇수술의 고비용 문제의 경우 새로운 로봇수술시스템이 개발되고 독과점 문제가 해결되면 개선될 것으로 전망되거나 새로운 기술의 지속적인 도입으로 인해 비용문제를 해결하지 못할 것이라는 회의적인 시각도 있다. 우선적으로, 현재 상황에서 명확하고 객관적인 분석을 통해 구체적인 비용 및 기회비용의 차이를 살펴보는 것이 중요하다 할 수 있겠다.

현재 위암의 로봇수술의 효용성 평가를 위한 국내 다기관 공동 연구가 2011년 환자 등록을 시작하여 진행 중에 있다. 이 연구의 세부항목으로는 로봇위암수술의 합병증, 사망률 분석 및 종양학적 안정성 평가, 비용효과 분석, 학습곡선 도출, 수술 후 급성염증반응 변화 비교, 환자의 삶의 질 분석 등이 있다. 이 연구를 통해 로봇위암수술의 효용성에 대해 객관적인 평가가 가능해지고 구체적인 적응증이 제시될 것이다. 그리고 위암진료의 질적 향상 및 진료비용 절감에 도움을 줄 것으로 기대하고 있다.

핵심용어: 위절제술; 로봇수술; 최소침습수술

REFERENCES

1. Kitano S, Shiraishi N, Uyama I, Sugihara K, Tanigawa N; Japanese Laparoscopic Surgery Study Group. A multicenter study on oncologic outcome of laparoscopic gastrectomy for early cancer in Japan. *Ann Surg* 2007;245:68-72.
2. Strong VE, Devaud N, Allen PJ, Gonen M, Brennan MF, Coit D. Laparoscopic versus open subtotal gastrectomy for adenocarcinoma: a case-control study. *Ann Surg Oncol* 2009;16:1507-1513.
3. Kim HH, Hyung WJ, Cho GS, Kim MC, Han SU, Kim W, Ryu SW, Lee HJ, Song KY. Morbidity and mortality of laparoscopic gastrectomy versus open gastrectomy for gastric cancer: an interim report—a phase III multicenter, prospective, randomized Trial (KLASS Trial). *Ann Surg* 2010;251:417-420.
4. Uyama I, Sugioka A, Fujita J, Komori Y, Matsui H, Hasumi A. Laparoscopic total gastrectomy with distal pancreateosplenectomy and D2 lymphadenectomy for advanced gastric cancer. *Gastric Cancer* 1999;2:230-234.
5. Azagra JS, Ibanez-Aguirre JF, Goergen M, Ceuterick M, Bordas-Rivas JM, Almendral-Lopez ML, Moreno-Elola A, Takeddine M, Guerin E. Long-term results of laparoscopic extended surgery in advanced gastric cancer: a series of 101 patients. *Hepatogastroenterology* 2006;53:304-308.
6. Hur H, Jeon HM, Kim W. Laparoscopy-assisted distal gastrectomy with D2 lymphadenectomy for T2b advanced gastric cancers: three years' experience. *J Surg Oncol* 2008;98:515-519.
7. Tokunaga M, Hiki N, Fukunaga T, Miki A, Nunobe S, Ohyama S, Seto Y, Yamaguchi T. Quality control and educational value of laparoscopy-assisted gastrectomy in a high-volume center. *Surg Endosc* 2009;23:289-295.
8. D'Annibale A, Pende V, Pernazza G, Monsellato I, Mazzocchi P, Lucandri G, Morpurgo E, Contardo T, Sovernigo G. Full robotic gastrectomy with extended (D2) lymphadenectomy for gastric cancer: surgical technique and preliminary results. *J Surg Res* 2011;166:e113-e120.
9. Caruso S, Patrìti A, Marrelli D, Ceccarelli G, Ceribelli C, Roviello F, Casciola L. Open vs robot-assisted laparoscopic gastric resection with D2 lymph node dissection for adenocarcinoma: a case-control study. *Int J Med Robot* 2011;7:452-458.
10. Glantzounis G, Ziogas D, Baltogiannis G. Open versus laparoscopic versus robotic gastrectomy for cancer: need for comparative-effectiveness quality. *Surg Endosc* 2010;24:1510-1512.
11. Song J, Oh SJ, Kang WH, Hyung WJ, Choi SH, Noh SH. Robot-assisted gastrectomy with lymph node dissection for gastric cancer: lessons learned from an initial 100 consecutive procedures. *Ann Surg* 2009;249:927-932.
12. Woo Y, Hyung WJ, Pak KH, Inaba K, Obama K, Choi SH, Noh SH. Robotic gastrectomy as an oncologically sound alternative to laparoscopic resections for the treatment of early-stage gastric cancers. *Arch Surg* 2011;146:1086-1092.
13. Japanese Gastric Cancer Association. Japanese classification of gastric carcinoma: 3rd English edition. *Gastric Cancer* 2011;14:101-112.
14. Noh SH, Hyung WJ, Cheong JH. Minimally invasive treatment for gastric cancer: approaches and selection process. *J Surg Oncol* 2005;90:188-193.
15. Strong VE, Devaud N, Karpeh M. The role of laparoscopy for gastric surgery in the West. *Gastric Cancer* 2009;12:127-131.
16. Patrìti A, Ceccarelli G, Bellochi R, Bartoli A, Spaziani A, Di Zitti L, Casciola L. Robot-assisted laparoscopic total and partial gastric resection with D2 lymph node dissection for adenocarcinoma. *Surg Endosc* 2008;22:2753-2760.
17. Huscher CG, Mingoli A, Sgarzini G, Sansonetti A, Di Paola M, Recher A, Ponzano C. Laparoscopic versus open subtotal gastrectomy for distal gastric cancer: five-year results of a randomized prospective trial. *Ann Surg* 2005;241:232-237.

18. Kim JJ, Song KY, Chin HM, Kim W, Jeon HM, Park CH, Park SM. Totally laparoscopic gastrectomy with various types of intracorporeal anastomosis using laparoscopic linear staplers: preliminary experience. *Surg Endosc* 2008;22:436-442.
19. Hur H, Jeon HM, Kim W. Laparoscopic pancreas- and spleen-preserving D2 lymph node dissection in advanced (cT2) upper-third gastric cancer. *J Surg Oncol* 2008;97:169-172.
20. Kim MC, Heo GU, Jung GJ. Robotic gastrectomy for gastric cancer: surgical techniques and clinical merits. *Surg Endosc* 2010;24:610-615.
21. Lee HH, Hur H, Jung H, Jeon HM, Park CH, Song KY. Robot-assisted distal gastrectomy for gastric cancer: initial experience. *Am J Surg* 2011;201:841-845.
22. Huang KH, Lan YT, Fang WL, Chen JH, Lo SS, Hsieh MC, Li AF, Chiou SH, Wu CW. Initial experience of robotic gastrectomy and comparison with open and laparoscopic gastrectomy for gastric cancer. *J Gastrointest Surg* 2012;16:1303-1310.
23. Song J, Kang WH, Oh SJ, Hyung WJ, Choi SH, Noh SH. Role of robotic gastrectomy using da Vinci system compared with laparoscopic gastrectomy: initial experience of 20 consecutive cases. *Surg Endosc* 2009;23:1204-1211.
24. Kim MC, Jung GJ, Kim HH. Learning curve of laparoscopy-assisted distal gastrectomy with systemic lymphadenectomy for early gastric cancer. *World J Gastroenterol* 2005;11:7508-7511.
25. Eom BW, Yoon HM, Ryu KW, Lee JH, Cho SJ, Lee JY, Kim CG, Choi IJ, Lee JS, Kook MC, Rhee JY, Park SR, Kim YW. Comparison of surgical performance and short-term clinical outcomes between laparoscopic and robotic surgery in distal gastric cancer. *Eur J Surg Oncol* 2012;38:57-63.
26. Uyama I, Kanaya S, Ishida Y, Inaba K, Suda K, Satoh S. Novel integrated robotic approach for suprapancreatic D2 nodal dissection for treating gastric cancer: technique and initial experience. *World J Surg* 2012;36:331-337.
27. Anderson C, Ellenhorn J, Hellan M, Pigazzi A. Pilot series of robot-assisted laparoscopic subtotal gastrectomy with extended lymphadenectomy for gastric cancer. *Surg Endosc* 2007;21:1662-1666.
28. Hur H, Kim JY, Cho YK, Han SU. Technical feasibility of robot-sewn anastomosis in robotic surgery for gastric cancer. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* 2010;20:693-697.
29. Hyung WJ. Robotic surgery in gastrointestinal surgery. *Korean J Gastroenterol* 2007;50:256-259.
30. Yoon HM, Kim YW, Lee JH, Ryu KW, Eom BW, Park JY, Choi IJ, Kim CG, Lee JY, Cho SJ, Rho JY. Robot-assisted total gastrectomy is comparable with laparoscopically assisted total gastrectomy for early gastric cancer. *Surg Endosc* 2012;26:1377-1381.



Peer Reviewers' Commentary

본 논문은 최근 위암 치료에 있어 빠른 속도로 증가하고 있는 최소침습 수술의 발전 과정을 소개함과 아울러 로봇 수술의 현주소를 적절히 기술하고 있다. 로봇수술이 위암에 적용된 기간이 매우 짧음에도 불구하고 출판된 문헌이 많았으며 이들 문헌과 필자들의 경험을 반영하여 최신 지견을 잘 정리하였다. 로봇수술은 복강경수술에 비해 적은 출혈, 빠른 퇴원 등을 통한 우월성이 있으며, 체장 상연과 비문부 주위의 림프절 절제에서 로봇 수술이 장점을 가진다고 하였다. 반면 고비용과 긴 수술 시간이 단점으로 지적되었다. 급속도로 전파되고 있는 로봇수술이 유용함에는 틀림없으나 종양학적인 안정성에 대해서는 다기관 연구를 통해 증명이 되어야 함을 강조하는 결론을 내렸다. 그리고 로봇 위암 수술의 합병증, 사망률 분석 및 종양학적 안정성 평가, 비용 효과 분석, 학습곡선 도출, 수술 후 급성 염증 반응 변화 비교, 환자의 삶의 질 분석 등이 국내 다기관 공동 연구를 통해 진행중임을 소개하고 있다. 위암치료에 있어 로봇수술과 같은 새로운 수술의 효용성에 대해 아직 논란이 많은 현 시점에서 시기적절하게 문제점들을 제기하였으며 향후 로봇수술에 대한 연구방향을 잘 제시하고 있다.

[정리: 편집위원회]