

# 로봇수술의 최신경향

연세대학교 의과대학 외과학교실

강창무

## 서론

우리나라에서는 1990년대부터 본격적으로 복강경 수술을 앞세운 최소침습적 수술시대가 도래되었던 것 같다. 당시 복강경수술은 수술 후 빠른 회복과 사회로의 적응, 흉터가 작은 우수한 미용효과, 통증이 적고, 진통제사용의 감소 등 기존의 개복수술과 비교할 수 없는 많은 임상적 우위성 및 장점들을 내세우며 빠르게 개복수술에서 복강경수술로의 전환이 이루어졌다. 최근 외과영역에서 거의 대부분의 수술이 복강경을 이용한 수술로 가능하게 되었다 해도 과언이 아닐 것이며, 지금까지도 복강경 기구의 개발과 경험의 축적을 바탕으로 지속적인 발전과 진보를 보이고 있다. 하지만 2차원(평면)의 수술시야, 원근감의 결여, 지렛대효과, 손 떨림 정도의 증폭, 복강내 움직임의 제한성, 복강경을 잡고 있는 보조인력의 움직임에 따른 수술시야의 불안정성, 능숙한 복강경 수술을 시행하기 위해서 많은 경험과 시간이 필요 하는 등 피할 수 없는 단점들도 대두하게 되었다. 따라서 효율적이고 안전한 최소침습적 수술을 목표로 이러한 기존의 복강경 수술이 갖고 있는 단점들을 보완하기 위해 수술 로봇들이 소개되고 있으며, 현재 많은 연구 단체들이 수술로봇개발에 몰두하고 있다. 현재 국내는 물론이고 세계적으로 임상에 쓰이고 있는 수술로봇은 da Vinci Robotic Surgical System (Intuitive Surgical, USA)로서 안정적인 3차원 수술시야, 움직임의 개선, 자유도의 개선(손목운동), 지렛대 효과의 제거, 손 떨림 제거, 동작크기 제어기능, 원격수술기능, 인체공학적인 자세 등의 장점이 있으며 현재 활발히 임상에 응용되고 있다. 본 연제에서는 최근 로봇수술의 동향을 이해하기 위해 2010년 1월 27일부터 30일까지 미국 San Diego에서 개최되었던 5회 Minimally Invasive Robotic Association (MIRA)의 주제가 "LATEST TRENDS IN ROBOTIC SURGERY"이었는데, 이 때 주로 흥미롭게 다루어 졌던 내용과, 국내 및 국외 최근 로봇수술 경험(간담췌외과분야), 그리고 로봇수술에 참고가 되는 홈페이지 등을 간단히 소개하고자 한다.

## 본론

### 1. 최근 로봇수술 연구 동향

컴퓨터과학기술의 발전에 힘입어 수술로봇의 개발과 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 많은 로봇수술과 관련된 회사들이 실제로 연구에 직접관여하고 있다. 특히 수술실에는 환자 외에는 사람이 없는 로봇으로만 구성되어 있는 시스템 개발연구를 하고 있는 상태이고, 현재 로봇수술시스템이 가지고 있는 단점들을 극복하기 위한 많은 노력들을 하고 있어 그리 멀지 않는 미래에 더 현실적으로 적용 가능한 로봇수술시스템이 등장할 것을 사료되었다. 특히 image guided surgery의 개념과 수술로봇과의 융합을 추구하여 원하는 조직만을 정확히 수술로 제거하며, 더 나아가서는 molecular image를 바탕으로 ro-

botic cell surgery까지 그 영역을 넓히고자 노력하는 모습들이 보인다. 또한 수술로봇에 사용할 수 있는 새로운 로봇수술용 수술기구 및 에너지의 개발이 이루어 지고 있으며, single port surgery 및 NOTES 에도 로봇을 응용하여 더 인체공학적인 편한 자세로 효율적이고 안전하게 수술할 수 있는 수술기구들이 활발히 연구 개발되고 있으며 곧 임상에 쓰일 것으로 사료된다. 이번 MIRA에서 주로 이야기되었던 것 중 하나가 로봇수술의 surgical education 분야이다. 올림픽경기에서 운동경기에 앞서 최상의 몸 상태로 경기에 임하기 위해 선수마다 가벼운 스트레칭이나 운동으로 몸을 풀듯이 완전하고 안전한 로봇수술을 환자에게 시행하기 앞서 가상현실 속에서 로봇수술연습을 한다거나, 가상의 수술을 시행해 봄으로써 수술의 완성도를 높일 수 있는 프로그램이 이미 개발되어 관심을 끌고 있다. 또한 최근 da Vinci SI라는 새로운 로봇수술시스템이 개발되었으며, 국내에도 도입되었는데 기본적인 원리는 기존의 da Vinci와 같으나 몇 가지 달라진 특징 중 가장 큰 특징은, surgical console이 2개여서 두 수술자가 같은 수술을 협력하여 수술을 할 수 도 있으며(마치 개복수술에 있어서 수술자와 보조수술자가 있는 것처럼), 로봇 팔 을 조정하는 능력을 서로 주거나 받거나 할 수 있어서 로봇수술 교육 및 원격치료의 가능성을 현실 적으로 제시해주는 상징적 의미가 크다 할 수 있겠다. 그 외 수술자가 가장 편한 자세에서 수술할 수 있도록 자세 변환장치가 강화되었으며, 기존에 발로 조절하는 기능이 수술자가 편리하게 사용할 수 있게 대폭 정리되었으며, 대부분 손으로 로봇수술상태를 조절할 수 있게 되었고, surgical console에서 보여지는 화면에서 현재 로봇상태에 대해 쉽게 확인 할 수 있게 되어 새로운 시스템의 임상적 의미에 대한 기대가 더 커지게 되었다.

## 2. 로봇수술의 임상적 경험과 “Potential Evidences”(간담췌분야)

2000년대 들어오면서 로봇수술에 대한 임상적용이 활발히 시작되었으며, 많은 외과 분야에서도 임상 경험이 늘게 되었다. 간담췌 분야에 있어서도 복강경경험의 시작이 다른 분야와 상대적으로 늦은 관계로 불과 몇 년 전만하더라도 매우 제한된 숫자의 로봇수술증례보고에만 국한되어 있었으며, 대부분 로봇수술을 경험하고 난 후의 외과의사가 느끼는 유용성과 그 적용 가능성에 대한 서술이 주를 이루었다. 하지만 2007년을 들어서면서 간, 담도, 췌장분야에 있어서 로봇을 이용한 경험에 대한 증례보고가 늘어가기 시작하였으며 2009년에는 약 10편이 넘는 로봇관련 간담췌외과 분야의 논문들이 나온 것 같다. 로봇을 이용한 췌장수술에 대해서는 최근 Giulianotti PC 등이 로봇췌십이지장절제술 50예를 비롯한 총 134예의 췌장수술을 보고하면서 로봇수술이 고난이도의 복강경 췌장수술에 안전하게 이용될 수 있음을 시사해 주는 논문을 발표함으로써 향후 로봇간담췌분야에 있어서 그 적용 및 발전 가능성에 대한 중요한 초석이 될 자료로 사료되며, Cherqui D와 Belghiti J도 로봇을 이용한 간 수술에의 접근에 대한 기대와 전망을 제시한 것으로 알려져 있으며, 현재 지속적인 임상적용을 위한 노력이 이루어 지고 있다. 또한 과거의 로봇수술경험을 단순히 소개하는 차원에서 벗어나 기존의 수술들, 즉 개복수술이나 복강경수술과 비교되는 로봇수술의 장점과 단점들의 증명하고, 이를 바탕으로 환자의 안전성과 환자에게 유익한 것이 과연 무엇인가를 위해 향후 나아가 할 방향들을 제시하는 임상분야의 연구논문들이 많이 나오으로써 로봇수술에 대한 증거중심의 철학적 배경을 갖출 것으로 기대하고 있다. 국내에서도 많지는 않지만 서서히 간담췌 영역에서 로봇의 임상적용을 하려는 시도가 보이고 있으며, 이에 대한 임상경험은 향후 더 늘어날 전망으로 보인다.

### 3. 로봇수술에 대한 유용한 인터넷홈페이지

- MIRA (Minimally Invasive Robot Association)  
<http://www.mirasurgery.org/index.php>
- CRSA (Clinical Robotic Surgery Association)  
<http://www.clinicalrobotics.com/>
- Mimic (da Vinci Trainer)  
<http://www.mimic.ws/products/dv-trainer.asp>
- SRI international  
<http://www.sri.com/robotics/telemedicine.html#MedicalAuto>
- da Vinci surgery  
<http://www.davincisurgery.com/>
- Intuitive surgical  
<http://www.intuitivesurgical.com/corporate/index.aspx>

### 결론

우리는 우리가 생각하는 것 보다 훨씬 더 빠르게 발전하는 현실 속에 살고 있는 것 같다. 컴퓨터과 학기술을 바탕으로 한 로봇수술의 기술과 임상적용은 시간이 갈수록 발전하리라 생각이 되며, 결국 이러한 하나하나의 증거들이 쌓이게 되어 또 하나의 독립된 수술 분야로 굳건히 자리 잡게 될 가능성이 높을 것으로 사료된다. 궁극적으로는 현재 로봇수술시스템이 가지고 있는 단점들(고가의 장비, 값비싼 수술비, 운동성의 제한(mono-quadrant surgery), 수술숙련 및 교육 등)은 시간이 지나가면서 합리적인 방법과 기술발전으로 언젠가는 어느 정도 해결점을 찾아 갈 것으로 기대된다. 더 나아가 수술 환자의 안정성과 삶의 질, 그리고 치료효과의 극대화를 위한 로봇수술이 될 수 있기를 바라며, 기존의 복강경 수술과 더불어 최소침습적 수술이 가지고 있는 궁극적인 임상목표를 이룰 수 있는 또 하나의 수술기법으로 자리 잡는 날을 기대하는 바이다.

### 참고문헌

1. Giulianotti PC, Sbrana F, Bianco FM, Elli EF, Shah G, Addeo P, Caravaglios G, Coratti A. Robot-assisted laparoscopic pancreatic surgery: single-surgeon experience. *Surg Endosc.* 2010 Jan 9. [Epub ahead of print]
2. Kang CM, Kim DH, Lee WJ. Ten years of experience with resection of left-sided pancreatic ductal adenocarcinoma: evolution and initial experience to a laparoscopic approach. *Surg Endosc.* 2010 Jan 7. [Epub ahead of print]
3. Giulianotti PC, Sbrana F, Francesco M. Robot-assisted laparoscopic extended right hepatectomy with biliary reconstruction bianco, pietero addeo. *J Laparosc & Adv Surg Tech* 2010;20:1-6.
4. Giulianotti PC, Sbrana F, Bianco, Pietro Addeo and giuseppe caravaglios. Robot-Assisted Laparoscopic Middle Pancreatectomy. *J Laparosc & Adv Surg Tech* 2010;20:1-6.
5. Patriti A, Ceccarelli G, Bartoli A, Spaziani A, Lapalorcia LM, Casciola L. Laparoscopic and robot-assisted one-stage resection of colorectal cancer with synchronous liver metastases: a pilot study. *J Hepatobiliary Pancreat Surg.* 2009;16:450-7.
6. Choi SB, Park JS, Kim JK, Hyung WJ, Kim KS, Yoon DS, Lee WJ, Kim BR. Early experiences of robotic-assisted laparoscopic liver resection. *Yonsei Med J.* 2008 Aug 30;49:632-8.

7. Cherqui D, Belghiti J. Hepatic surgery. What progress? What future? *Gastroenterol Clin Biol* 2009;33: 896-902.
8. Jayaraman S, Quan D, Al-Ghamdi I, El-Deen F, Schlachta CM. Does robotic assistance improve efficiency in performing complex minimally invasive surgical procedures? *Surg Endosc* 2010;24:584-8.
9. Lanfranco AR, Castellanos AE, Desai JP, Meyers WC. Robotic surgery: a current perspective. *Ann Surg* 2004;239:14-21.
10. Melvin WS, Needleman BJ, Krause KR, et al. Computer-enhanced robotic telesurgery. Initial experience in foregut surgery. *Surg Endosc* 2002;16:1790-2.
11. Talamini MA, Chapman S, Horgan S, Melvin WS. A prospective analysis of 211 robotic-assisted surgical procedures. *Surg Endosc* 2003;17:1521-4.
12. Melvin WS, Needleman BJ, Krause KR, Ellison EC. Robotic resection of pancreatic neuroendocrine tumor. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* 2003;13:33-6.
13. Garth H, Ballantyne JM, Pier Cristoforo Giulianotti. *Primer of Robotic & Telerobotic Surgery*. LIPPINCOTT WILLIAMS & WIKLINS, 530 Walnut Street Philadelphia, PA 19106 USA 2004.
14. Horgan S, Galvani C, Gorodner V, et al. Robotic distal pancreatectomy and nephrectomy for living donor pancreas-kidney transplantation. *Transplantation* 2007;84:934-6.
15. Giulianotti PC, Kuechle J, Salehi P, et al. Robotic-assisted laparoscopic distal pancreatectomy of a redo case combined with autologous islet transplantation for chronic pancreatitis. *Pancreas* 2009;38:105-7.
16. 강창무. The role of robot in laparoscopic pancreatic surgery. 2009년 제4차 복강경 외과 연수강좌 laparoscopic surgery update 2009 p.30-37.