

수술로봇을 이용한 식도절제 및 종격동림프절 박리술

연세대학교 의과대학 흉부외과학교실

김 대 준

Robot-Assisted Thoracoscopic Esophagectomy and Lymph Node Dissection

Dae Joon Kim

Department of Thoracic & Cardiovascular Surgery, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Robotic surgery have been increasingly applied in the past several years to assist in a variety of operations. Some applications, such as in prostatectomy, have been widely adopted and have largely supplanted the alternative minimally invasive or open techniques. However, the use of surgical robots in esophagectomy has not been as common. Although a limited number of case reports demonstrated the feasibility of robotic esophagectomy, no large series of patients has been reported to date. The data on robotic-assisted esophagectomy suggest that the procedure is safe, feasible, and associated with perioperative outcomes similar to open and minimally invasive esophagectomy. Benefits of robotic system could be maximized when we do a extensive total mediastinal lymphadenectomy. For this procedure to gain widespread acceptance, identifiable benefit relative should be demonstrated in near future.

Korean J Bronchoesophagol 2011;17:89-91

KEY WORDS Robotic surgery · Esophageal cancer · Esophagectomy · Da vinci surgical robot.

식도암수술은 흉부식도절제 및 종격동림프절 박리술을 시행하고, 식도 대용장기로 위, 대장, 또는 소장을 이용하는 수술로서, 수술사망 및 합병증 발생이 타 수술에 비해 높은 것으로 알려져 있다. 이에 대한 원인으로는 1) 광범위한 종격동림프절 박리, 2) 미주 신경 또는 반회신경 손상, 3) 과도한 폐 견인 및 일측 폐환기에 따른 폐 손상 등과 함께 4) 고난이도 수술에 따른 긴 학습곡선을 들 수 있다. 1990년대 후반 이후 수술합병증을 줄이고자 최소침습 식도절제술(minimally invasive esophagectomy, 이하 MIE)이 시행되어 오고 있으나, 아직까지 수술방법 및 결과가 다양하여 명확한 표준술식으로 자리잡지 못하고 있다.

Limitations of Conventional Thoracoscopic Esophagectomy

흉강경을 이용한 식도절제술은 3~4개의 투관침을 뚫고 수술

논문접수일: 2011년 12월 13일 / 심사완료일: 2011년 12월 26일

교신저자: 김대준, 120-749 서울 서대문구 연세로 50

연세대학교 의과대학 흉부외과학교실

전화: 02-2228-2140 · 전송: 02-393-6012

E-mail: kdjcool@yuhs.ac

을 하게 되는데, 특히 흉강경과 복강경을 동시에 사용하는 경우 개흉과 개복을 피하므로써 조직 손상과 수술후 통증을 최소화할 수 있는 장점이 있다. 그러나 2000년대 이후의 보고를 보면, 수술사망률은 개흉술에 비해 낮은 반면, 수술시간이 더 길고 절제된 림프절의 갯수가 transhiatal esophagectomy와 큰 차이가 없는 것으로 발표되고 있다. 이는 기존 흉강경시스템이 1) 평면모니터를 통한 2차원 이미지로 입체감이 상실되고, 2) 기구가 일자 막대기 구조여서 정밀한 조작이 불가능하며, 3) 부자연스러운 자세에서 장시간 수술을 하는데 따른 인체공학적 문제 등 여러 한계를 내포하고 있기 때문이다. 이 한계의 핵심은 기존 흉강경 수술법이 직관적이지 못하다는 것으로, 이는 학습곡선이 잘 그려지지 않는 문제점을 필히 수반한다. Decker 등은 46개의 MIE series를 조사하여 결과를 분석하였는데, 평균 50례 이상의 MIE가 보고된 연구들에서만 수술사망 및 합병증 발생률이 감소하며, 25례 이하의 보고에서는 오히려 합병증 발생률이 더 높다고 제시하였다. 절제된 림프절 역시 전자에서는 평균 18~22.5개인 반면, 후자에서는 평균 12개로 큰 차이를 보였다.¹⁾ 일정 수준의 open esophagectomy를 시행한 후에 MIE를 시도하는 것을 고려할 때, 적절한 수준의 MIE를 하

기 위하여는 장시간이 소요된다는 것을 유추할 수 있을 것이다.

Why Robot?

현재의 로봇수술 시스템(Da Vinci System, Intuitive Surgical, Sunnyvale, CA, USA)은 2000년대 이후 주로 비뇨기과 영역에서 활발히 도입되었다. 이 시스템은 1) 3차원 입체시야가 가능한 고화질 이미지(high definition image)의 구현이 가능하고, 2) endowrist function으로 기구가 사람의 손목과 같은 움직임(자유도 7)을 구사할 수 있으며, 3) tremor filtering 기능으로 보다 안정된 조작이 가능하며, 4) 술자가 콘솔에 앉아서 인체공학적인 자세의 수술이 가능함으로 작업손상을 줄일 수 있다는 장점이 있다. 즉, 편한 자세에서 직관적인 수술이 가능하다는 것인데, 이로 인해 짧은 시간안에 조직의 손상을 최소화하며 수술술기를 습득할 수 있다는 것이다. Ahlering 등에 의하면 근직적 전립선절제술 시행시 4-hour proficiency에 도달하는 시점이 기존 복강경수술은 40~60레인 반면, 로봇수술은 불과 10레면 충분함을 보고한 것이 좋은 예이다.²⁾

Published Data on Robot-Assisted Thoracoscopic Esophagectomy

현재까지 로봇 흉강경 식도절제술(Robot-assisted Thoracoscopic Esophagectomy, 이하 RThE)에 대한 보고는 매우 제한적이다. van Hillegersberg 등은 21명의 환자를 대상으로 한 보고에서 1례(5%)의 수술사망, 10례(47%)의 폐렴 발생을 보고하였으며, 절제된 림프절은 20개(중앙값, 범위 9~30)였으며, 수술시간은 450분, 재원기간은 평균 18일이었다.³⁾ Kernstine 등은 14명의 환자를 대상으로 1례(7%)의 수술사망, 3례(21%)의 폐렴 발생을 보고하였는데, 이중 8명은 복부조작까지 로봇을 이용함으로써 수술시간이 평균 665분에 달하였다.⁴⁾ 김 등은 21명의 환자에서 수술사망 및 폐렴 발생이 없었으며, 절제된 림프절은 40개(중앙값, 범위 15~67)을 보고하였다. 특히 첫 6례 이후에는 로봇 셋업 시간, 콘솔 작업 시간 등이 유의하게 감소함으로, 로봇수술이 일정 수준의 학습곡선 취득에 걸리는 시간을 단축시킬 수 있음을 제시하였다.⁵⁾ 그러나 세 연구 모두 수술적응증이 다르고 수술 술기에 차이가 있어 일률적으로 평가하기는 어려우나, 공통적인 점은 수술시간이 길고 재원기간이 길어 기존 MIE에 비해 비교우위에 있다고 말하기는 아직 어렵다는 것이다. 현재까지의 보고들은 모두 feasibility study로서, 향후 추가 환자들을 대상으로 한 결과 보고와 함께 장기 생존률을 비교하는 과정이 반드시 필요하다.

Potential Benefits of Robotic Interface in Esophagectomy and Lymph Node Dissection

서구에 주로 발생하는 선암에 비하여, 한국, 일본에서 많이 발생하는 편평상피세포암은 점막하층을 따라 암종의 전이가 더 잘 일어나며, 표재성 병변이라 하더라도 일찍 림프절 전이를 동반하는 경향이 있다. 따라서 적절한 림프절박리술, 특히 종격동 림프절박리술이 중요한데, standard lymphadenectomy보다는 extended or total lymphadenectomy가 권장된다. Lerut 등의 보고에 의하면 보다 광범위한 림프절박리시 국소재발률이 감소하며,⁶⁾ Schwarz 등은 매 10개의 림프절이 절제될 때마다 5년 생존률이 4~5% 향상된다고 보고하였다.⁷⁾ 문제는 림프절박리 범위가 넓어질수록 폐렴 등의 호흡기계 합병증과 수술사망이 증가한다는 것이다. 따라서 상기에 나열한 수술로봇의 장점을 활용한다면, 광범위한 림프절박리술을 시행하면서도 호흡기계 합병증과 수술 사망률을 줄이고, 보다 쉽게 안정된 수준의 수술을 시행할 수 있을 것이다. RThE 중 로봇의 장점이 가장 극대화되는 부분은 우측 반회신경 림프절 박리와 대동맥궁 하부 림프절 및 좌측 반회신경 림프절 박리일 것이다. 이 부위는 공간이 매우 협소하며, 신경을 다치지 않도록 최대한 조심스럽게 박리해야하는 곳인데, 3차원 입체시야에서 신경을 정확히 확인하면서 사람 손목같은 기구 놀림을 이용하면 합병증을 최소화하면서 림프절을 박리할 수 있다(Fig. 1). 저자들의 최근 데이터를 보면 total mediastinal lymphadenectomy를 시행함으로써 기존 결과에 비해 종격동림프절이 평균 5.3개 더 박리되며, 여타 합병증의 감소로 평균 재원기간도 21일에서 12일로 감소를 알 수 있었다. Transhiatal esophagectomy를 하거나, thoracoscopic esophagectomy를 하더라도 standard lymphade-

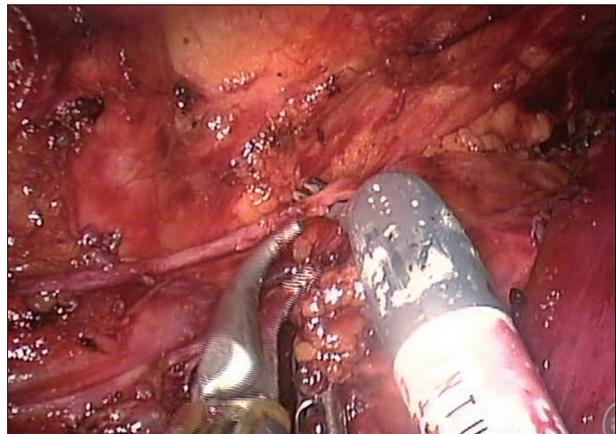


Fig. 1. Lymph nodes along left recurrent laryngeal nerve are dissected with a monopolar shear and a thoracic dissector. Three-dimensional, high-definition image allows precise dissection with a decreased rate of nerve injury.

nectomy를 하는 경우에는 이러한 수술로봇의 장점을 극대화하기 힘든 단점이 있으므로, RThE 적용 여부는 각 술자가 잘 판단하여야 할 것이다.

결 론

현재까지 RThE의 사용은 제한적이며, 기존 MIE에 비해 우수하다는 증거는 불충분한 실정이다. 그러나 흉부외과 영역, 특히 식도암수술 분야에서 로봇수술은 아직 태동기에 불과하며, 기술의 발전 속도, IT, Bioinformatics 등과의 접목 등을 고려할 때 전도가 유망한 분야임에는 틀림없다. 서구와 달리 한국과 일본처럼 철저한 림프절박리술이 요구되는 경우에는 수술로봇이 도움이 될 것이며, 수 년안에 긍정적인 결과들을 볼 수 있을 것으로 확신한다.

REFERENCES

- 1) Decker G, Coosemans W, De Leyn P, Decaluwe H, Nafteux P, Vanraemdonck D, et al. Minimally invasive esophagectomy for cancer. *Eur J Cardiothorac Surg* 2009;35:13-21.
- 2) Ahlering TE, Skarecky D, Lee D, Clayman RV. Successful transfer of open surgical skills to a laparoscopic environment using a robotic interface: initial experience with laparoscopic radical prostatectomy. *J Urol* 2003;170:1738-41.
- 3) van Hillegersberg R, Boone J, Draaisma WA, Broeders J, Giezeman M, Borel Rinkes M. First experience with robot-assisted thoracoscopic esophagolymphadenectomy for esophageal cancer. *Surg Endosc* 2006;20:1435-9.
- 4) Kernstine KH, DeArmond DT, Karimi M, Campos H. The first series of completely robotic esophagectomies with three-field lymphadenectomy: initial experience. *Surg Endosc* 2007;21:2285-92.
- 5) Kim DJ, Hyung WJ, Lee CY, Lee JG, Haam SJ, Park IK, et al. Thoracoscopic esophagectomy for esophageal cancer: feasibility and safety of robotic assistance in the prone position. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010;139:53-9.
- 6) Lerut T, Nafteux P, Moons J, Coosemans W, Decker G, De Leyn P, et al. Three-field lymphadenectomy for carcinoma of the esophagus and gastroesophageal junction in 174 R0 resections: Impact on staging, disease-free survival, and outcome: A plea for adaptation of TNM classification in upper-half esophageal carcinoma. *Ann Surg* 2004;240:962-74.
- 7) Schwarz RE, Smith DD. Clinical impact of lymphadenectomy extent in resectable esophageal cancer. *J Gastrointest Surg* 2007;11:1384-93.