

조기 폐암에서 다빈치 로봇을 이용한 폐엽절제술

— 3예 보고 —

함석진* · 이교준** · 조상호* · 김형중*** · 전세은* · 이두연*

Da Vinci Robot-Assisted Pulmonary Lobectomy in Early Stage Lung Cancer

— 3 cases report —

Seok Jin Haam, M.D.*, Kyo-Joon Lee, M.D.***, Sang Ho Cho, M.D.*, Hyung Joong Kim, M.D.***,
Se Eun Jeon, R.N.*, Doo Yun Lee, M.D.*

Video-assisted pulmonary lobectomy was introduced in the early 1990's by several authors, and the frequency of video-assisted thoracic surgery (VATS) lobectomy for lung cancer has been slowly increasing because of its safety and oncologic acceptability in patients with early stage lung cancer. However, VATS is limited by 2D imaging, an unsteady camera platform, and limited maneuverability of its instruments. The da Vinci Surgical System was recently introduced to overcome these limitations. It has a 3D endoscopic system with high resolution and magnified binocular views and EndoWrist instruments. We report three cases of da Vinci robot system-assisted pulmonary lobectomy in patients with early stage lung cancer.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2008;41:659-662)

Key words: 1. Carcinoma, non-small cell, lung
2. Lobectomy
3. Robotics

증례

증례 1

46세 남자 환자가 정기 검진상 발견된 우측 폐의 종괴를 주소로 내원하였다. 흉부 X-선 및 흉부 전산화 단층 촬영(CT) 상 우측 폐상엽 실질 내에 1.5 cm 크기의 종괴가 관찰되었으나 흉막 이상과 비대된 림프절은 보이지 않았다. 폐흡인 세포검사서 폐암 의증으로 진단 되었고 양전자 단층촬영(PET) 상 폐의 종괴는 폐암에 합당한 소견이었으

며 중격동 림프절을 포함한 타장기로의 전이는 관찰되지 않아 임상병기 T1N0M0의 폐암 진단 하에 다빈치 수술 로봇(*da Vinci Surgical*TM System: Intuitive Surgical Inc, Mountain View CA, USA)을 이용한 우상엽 절제수술 및 중격동 림프절 광청술을 계획하였다.

이중기관삽관튜브(double lumen endotracheal tube)를 삽입하여 전신마취를 시행하였으며 중심정맥도관을 삽입한 후 환자를 측와위로 변경하였다. 제6번 늑간 후액외부에 12 mm 투관침(trocar)을 삽입하고 30도 카메라를 장착하여

*연세대학교 의과대학 영동세브란스병원 흉부외과학교실

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Yongdong Severance Hospital, Yonsei University College of Medicine

**관동대학교 의과대학 명지병원 흉부외과학교실

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Myeongji Hospital, Kwandong University College of Medicine

***연세대학교 의과대학 영동세브란스병원 내과학교실

Department of Internal Medicine, Yongdong Severance Hospital, Yonsei University College of Medicine

†본 논문은 2008년 4월 제234차 대한흉부외과학회 집담회에서 발표되었음.

논문접수일 : 2008년 5월 31일, 심사통과일 : 2008년 7월 4일

책임저자 : 이두연 (135-720) 서울시 강남구 언주로 612, 영동세브란스병원 흉부외과

(Tel) 02-2019-3380, (Fax) 02-3461-8282, E-mail: dylee@yumc.yonsei.ac.kr

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.



Fig. 1. Placements of trocars and utility incision.

흉강 내부를 관찰하였다. 우상엽의 폐첨부에 약간의 늑막 유착이 관찰되었으나 나머지 부위에는 흉막 유착이 관찰되지 않았다. 우상엽과 우중엽간의 수평틈새(horizontal fissure)는 불완전 틈새(incomplete fissure)였고 우상엽과 우하엽간의 경사틈새(oblique fissure)는 완전 틈새(complete fissure)였다. 제3번 늑간 후액와부와 전액와부에 각각 8 mm 투관침을 삽입하고 좌, 우측 로봇팔을 장착한 후 좌측 로봇팔에는 Cardiere forceps을, 우측 로봇팔에는 hook electrocautery를 각각 삽입하였다. 제5번 늑간 전액와부에 5.0 cm 길이의 utility incision을 시행하였다(Fig. 1). 폐첨부의 늑막 유착을 박리한 후 우상엽을 축지하여 외측에서 약 2 cm 크기의 종괴를 확인하고 먼저 자동 봉합기를 이용하여 폐췌기 절제술을 시행하였다. 검체는 동결 절편 검사상 선암으로 진단되었다. Utility incision을 통하여 sponge stick을 삽입하여 우폐를 전후방으로 절히면서 종격동 흉막 및 하폐인대를 절제하였고 불완전 틈새인 수평틈새는 자동 봉합기를 이용하여 분리하였다. 폐동맥의 우상엽지와 폐정맥의 우상엽지를 노출 시킨 후 혈관용 자동 봉합기를 이용하여 분리하였고 우상엽 기관지를 박리한 후 기관지용 자동 봉합기를 이용하여 분리 하여 우상엽 절제를 완료하였다. 절제된 우상엽은 endopouch에 담아 utility incision을 통하여 체외로 제거하였다. Sponge stick으로 중, 하엽을 이동시키면서 기관주위 림프절, 하폐인대 림프절, 용골하 림프절을 박리 절제하였다. 수술 과정 중 필요시 우측 로봇팔에 hook electrocautery 이외에 bovie electrocautery를 삽입하여 이용하였다. 수술 시간은 로봇의 설치 및 장착 시간을 제외하고 로봇팔 조작 시점부터 피부 봉합까지 380분이 소요되었다.

환자는 수술 후 4일째 흉관을 제거하고 5일째 합병증 없이 퇴원하여 현재 외래에서 추적 관찰 중이다. 병리 소견상 폐 우상엽의 선암으로 진단되었고 병리학적 병기는 제 Ia기(T1N0M0)였다.

증례 2

56세 남자 환자는 당뇨 및 고혈압으로 치료중이고 내원 5년전 관상동맥협착증으로 풍선 확장술, 3년전 stent 삽입한 과거력이 있는 환자로 검진상 크기 증가하는 폐종괴를 주소로 본원 흉부외과 외래로 내원하였다. 흉부 X-선 및 CT소견 상 우상엽에 3.3×2.2 cm 크기의 종괴가 있었으며 비대된 종격동 림프절은 발견되지 않았다. 폐흡인 세포 검사상 비소세포성 폐암으로 진단되었고 PET 상 폐종괴는 폐암에 해당하였고 종격동 림프절 및 타장기로의 전이는 관찰되지 않아 임상 병기 T2N0M0의 폐암으로 수술을 계획하였다.

이중기관삽관튜브를 삽입하여 전신마취를 시행하였으며 중심정맥도관을 삽입한 후 환자를 측와위로 변경하였다. 제6번 늑간 후액와부위에 12 mm 투관침 삽입 후 카메라를 장착하였고 제4번 늑간 후액와 부위와 제3번 늑간 전액와 부위에 각각 8 mm trocar를 삽입하고 좌, 우측 로봇팔을 장착하였다. 제5번 늑간 전액와 부위에 5.0 cm 길이의 utility incision을 시행하였다. 늑막 유착은 없었고 우상엽에서 4.0×4.0 cm 크기의 종괴가 축지되었다. 증례 1과 같은 과정으로 폐 우상엽 절제술을 시행하였고 종격동 림프절은 기관주위 림프절, 용골하 림프절을 절제 하였다. 로봇팔을 조작하기 시작한 시점부터 피부 봉합까지의 수술 시간은 360분이었다. 조직 병리 소견 상 폐 우상엽의 선암으로 병리학적 병기는 제Ib기(T2N0M0)였다. 수술 후 5일째 흉관을 제거하였고, 6일째 합병증 없이 퇴원하였으며 현재 외래에서 추적관찰 중이다.

증례 3

59세 남자 환자가 건강검진 상 발견된 우측폐의 종괴로 본원 흉부외과 외래로 내원하였다. 흉부 X-선 및 CT소견 상 우중엽에 2.5×2.4 cm 크기의 종괴가 있었으며 이 종괴는 수평 틈새 쪽 장축 흉막 및 폐 우상엽의 침범이 의심되었다. 그러나, 비대된 종격동 림프절은 관찰되지 않았다. 폐흡인 세포 검사상 비소세포성 폐암으로 진단되었고 PET 상 폐종괴는 폐암에 해당하였고 종격동 림프절 및 타장기로의 전이는 관찰되지 않았다. 임상 병기 T2/3N0M0 의 폐암으로 수술을 계획하였다.

이중기관삽관튜브를 삽입하여 전신마취를 시행하였으며 중심정맥도관을 삽입한 후 환자를 측와위로 변경하였다. 제6번 늑간 후액와부위에 12 mm 투관침을 삽입하고 카메라를 장착하여 먼저 흉강 내부를 관찰하였다. 늑막 유착은 없었고 종괴가 우중엽의 수평 틈새 쪽 장측 흉막을 침범한 것으로 관찰되었으나 우상엽의 직접 침범은 없음을 확인하고 제4번 늑간 후액와부위와 제3번 늑간 전액와 부위에 각각 8 mm 투관침을 삽입하고 좌, 우측 로봇팔을 장착하였다. 제5번 늑간 전액와부위에 5.0 cm 길이의 utility incision을 시행하였다. 종괴는 3.0×3.0 cm 크기로 우중엽에서 축지되었다. 좌측 로봇팔의 Cardiere forceps과 utility incision으로 삽입된 sponge stick으로 폐를 견인, 압박하면서 우측 로봇팔에 삽입된 bovie electrocautery를 이용하여 우중엽 폐동맥지, 폐정맥지를 박리, 노출 하였다. 이들 혈관들은 utility incision으로 자동 봉합기를 삽입하여 분리하였다. 우중엽 기관지도 같은 방법으로 노출 후 자동 봉합기를 이용하여 분리하였다. Endopouch를 이용하여 우중엽을 제거한 후 용골하 림프절, 기관주위 림프절을 박리하였다. 수술 시간은 250분이 소요되었고 병리 검사상 장측 흉막을 침범한 폐 우중엽의 선암으로 종격동 림프절의 전이는 관찰되지 않아 제Ib기(T2N0M0)였다.

수술 후 5일째 흉관을 제거하였으며 6일째 합병증 없이 퇴원하였고 외래에서 추적관찰 중이다.

고 찰

1990년대 초, 폐암 환자에서 흉강 내시경을 이용한 폐엽 절제술이 처음으로 소개된 이후 초기 폐암의 수술에 있어 술기의 안정성과 효과가 입증되면서 서서히 시행 횟수가 증가하고 있으며 그 적응증도 점차 넓어지고 있는 추세이다[1,2]. 일반적인 수술과 비교하여 내시경 수술은 통증의 감소, 미용적 측면의 우수성, 빠른 회복기간 등의 장점이 있지만[3], 시야가 2차원 영상으로 입체감이 없고 카메라의 움직임이 불안정하며 수술 기구들의 움직임이 제약을 받는 단점이 있다. 이러한 내시경 수술의 단점을 극복하고자 여러 로봇 시스템이 개발 되었으나 카메라를 고정하고 움직이는 정도의 초보적인 술기만을 수행할 수 있었다. 이에 비해 다빈치 로봇 시스템은 수술의가 고해상도의 3차원 입체영상을 양안으로 볼 수 있어 더욱 안정되고 넓은 영상을 보며 수술을 진행할 수 있고, 수술기구가 사람의 손목처럼 양손을 모두 자유롭게 움직일 수 있어 마치 눈 앞에서 실제로 수술하는 것과 동일한 움직임



Fig. 2. Positioning of the da Vinci robot system.

을 구현할 수 있다. 또한, 수술자의 손떨림을 보정하여 안전한 절제를 가능하게 하였고 인체공학적인 구조로 수술자의 피로도도 감소 시킬 수 있다. 일반흉부외과에서는 비뇨기과나 심장혈관외과에 비해 로봇 수술이 많이 시행되지는 않았지만 종격동 종양이나 식도 절제술 등에 있어 그 사용 범위가 점차 확대되는 추세이다. 그러나, 폐절제술에 있어서는 아직까지 여러 가지 제한점으로 인하여 다빈치 로봇의 이용이 많지 않은 상태이다.

Park 등[4]은 다빈치 로봇을 이용한 흉강 내시경 폐엽 절제술을 시행함에 있어 다음과 같은 기술적인 한계들을 제시하였다. 첫째, 환자가 측와위 상태로 수술 하기 때문에 카메라와 기구가 위치할 공간이 제한 받는다는 점, 둘째, 일반 흉강내시경을 이용한 폐엽 절제술에 경험이 풍부하고 숙련된 보조의가 필요하다는 점, 셋째, 기존의 흉강경 수술과는 달리 촉감이나 장력이 전혀 전달되지 않는다는 점, 넷째, 폐 수술에 적합한 기구의 부족, 마지막으로 값비싼 비용문제 등이다. 이러한 단점들에도 불구하고 다빈치 로봇을 이용한 폐절제술의 경우, 폐문 부위의 중요한 구조들을 더욱 안전하게 확인하여 박리할 수 있고, 특히 폐암 환자의 수술에 있어서는 내시경 수술에 비해 종격동 림프절을 확실하게 절제할 수 있는 장점이 있다.

수술시 로봇팔들과 카메라의 충돌을 피하고 좋은 시야 확보를 위해서는 환자의 자세나 투관침의 위치가 중요한데 본 증례에서 환자는 측와위를 취하고 로봇은 환자의 머리 방향에 위치 시켰다(Fig. 2). 투관침은 팔들의 간섭을 최대한 피하기 위해 충분한 간격을 유지 하도록 하였다.

수술전 로봇의 위치 설정과 로봇팔의 장착 등의 수술전 준비 단계에 많은 시간이 소요된다고 하지만, 저자들의 경우 이미 식도절제술과 종격종 종양의 절제 등에 로봇을 이용한 경험이 있어 특별한 어려운 점 없이 준비할 수 있었다. 수술 시간은 아직 증례가 많지 않아 개흉술이나 흉강 내시경 수술에 비해 다소 긴 시간이 필요하였으나 수술건수가 많아짐에 따라 소요시간을 크게 단축할 수 있으리라 생각된다.

수술 기구의 선택에 있어 좌측팔에는 주로 Cardiere forceps를 이용하였고 미세한 부위의 박리시에는 Maryland forceps를 이용하기도 하였다. 우측팔은 늑막 유착 부위의 박리에는 hook electrocautery가 유용하였고 그 이외의 부위는 bovie electrocautery를 사용하였다. 그러나, 아직 폐수술에 적합한 기구를 선택하는 데는 어려움이 있으며 특히 폐 실질을 forceps를 이용하여 잡을 때는 촉감의 전달이 없어 폐열상이 쉽게 일어나 주의가 필요하였다.

현재까지 다빈치 로봇을 이용한 폐엽 절제술과 개흉, 또는 흉강 내시경을 이용한 폐엽 절제술의 결과에 대한 대규모의 무작위 대조 연구가 진행되지 않아 다빈치 로봇 수술의 장기 결과나 암 수술 방법으로써의 적합성 등에 대해서는 자료가 부족한 상태이다. 그러나, 고해상도 3차

원 영상과 수술 기구의 자유로운 조작 등의 기계적인 장점 이외에도 폐엽 절제술에 있어 폐문 부위의 안전한 박리와 종격동 림프절의 확실한 절제 가능성 등을 고려할 때 앞으로 그 시행 횟수는 더욱 증가할 것으로 생각된다. 아울러, 정형화된 술기의 개발과 폐 절제에 적합한 기구의 개발, 고비용 문제 등의 과제가 빨리 해결되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. Kirby TJ, Rice TW. *Thoracoscopic lobectomy*. Ann Thorac Surg 1993;56:784-6.
2. Walker WS, Carnochan FM, Pugh GC. *Thoracoscopic pulmonary lobectomy*. J Thorac Cardiovasc Surg 1993;106:1111-7.
3. Forster R, Storck M, Schafer JR, Honig E, Lang G, Liewald F. *Thoracoscopy versus thoracotomy: a prospective comparison of trauma and quality of life*. Langenbecks Arch Surg 2002;387:32-6.
4. Park BJ, Flores RM, Rusch VW. *Robotic assistance for video-assisted thoracic surgical lobectomy: technique and initial results*. J Thorac Cardiovasc Surg 2006;131:54-9.

=국문 초록=

흉강경을 이용한 폐절제술이 1990년대 초반 처음으로 소개된 이후로 조기 폐암 환자의 수술에 있어 안정성과 적합성이 발표되면서 그 시행 횟수가 서서히 증가되고 있다. 그러나, 흉강경을 이용한 수술은 2차원 영상과 불안정한 카메라의 움직임, 기구의 움직임이 제한되는 등의 여러 가지 단점들이 있다. 이러한 단점을 극복하고 최근에 개발된 다빈치 로봇 시스템은 고해상도의 3차원 입체영상과 사람의 팔목관절과 유사한 움직임을 구사하는 기구들로 인하여 더욱 안정되고 편리하게 수술을 시행할 수 있게 하였다. 본원에서는 다빈치 로봇 시스템을 이용하여 3명의 조기 폐암환자에서 폐엽 절제술을 시행하였기에 보고하는 바이다.

중심 단어 : 1. 비소세포성 폐암
2. 폐엽절제술
3. 로봇