

자연 기흉 환자에서 봉합선 보강이 흉강경 폐부분 절제술에 미치는 영향: 동물실험 및 임상연구

문석환* · 심성보* · 왕영필* · 윤정섭* · 조건현*
박재길* · 박만실** · 최시영* · 곽문섭* · 이선희*

Experimental and Clinical Study of Staple-Line Reinforcement Using Expanded Polytetrafluoroethylene in Thoracoscopic Bullectomy for Spontaneous Pneumothorax

Seok-Whan Moon, M.D.*; Sung-Bo Sim, M.D.*; Young-Pil Wang, M.D.*
Jeong-Sub Yoon, M.D.*; Keon-Hyun Jo, M.D.*; Jae-Kil Park, M.D.*; Man-Sil Park, M.D.**
Si-Young Choi, M.D.*; Moon-Sub Kwack, M.D.*; Sun-Hee Lee, M.D.*

Background: Thoracoscopic bullectomy (VATS-B) is now the preferred treatment for spontaneous pneumothorax despite of higher recurrence rate than open thoracotomy. Several methods have been used to prevent this problem. The effectiveness of staple line reinforcement (SLR) in VATS-B using endostaplers was assessed by clinical and experimental study. **Material and Method:** In experimental study, canine lungs were harvested immediately (group I, N=5) and 48 hours (group II, N=5) after stapling. The pressures at which initial air leaks occurred were measured. In clinical study from February 1997 to March 1999, 106 procedures in 104 patients undergoing VATS-B for spontaneous pneumothorax were classified into two groups according to the presence of SLR and were compared. **Result:** The average pressure of the initial air leakage was significantly higher in SLR than that of staples alone (18 ± 1.6 vs 48 ± 3 mm Hg in group I; 23.8 ± 1.9 vs 54 ± 4.6 mm Hg in group II, $p < 0.001$). In the clinical data, there were significant differences seen in the duration of drainage, the total length of endostaplers used, and the duration of the postoperative hospital stay between patients with staple alone and patients with SLR (4.4 ± 1.4 vs 3.1 ± 1.1 days in duration of drainage, 92.3 ± 28.1 vs 71.1 ± 30.6 mm in total length of endostaplers used, 5.9 ± 1.9 vs 4.6 ± 1.7 days in postoperative hospital stays, $p < 0.001$). **Conclusion:** SLR was effective for preventing prolonged air leakage and responsible for shorter hospital stays after VATS-B for the treatment of spontaneous pneumothorax.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2003;36:904-910)

Key words: 1. Pneumothorax
2. Thoracoscopy
3. Surgical staplers
4. Models, experimental

*가톨릭대학교 의과대학 흉부외과학실

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, KangNam St. Mary Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

**을지의과대학교, 을지병원 흉부외과

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Eulji General Hospital, Eulji University School of Medicine, Seoul, Korea

†본 논문은 대한흉부외과학회 제33차 추계학술대회에서 포스터 발표함.

논문접수일 : 2003년 1월 14일, 심사통과일 : 2003년 10월 1일

책임저자 : 문석환 (137-701) 서울특별시 서초구 반포동 505, 강남성모병원 흉부외과

(Tel) 02-590-1442, (Fax) 02-594-8644, E-mail: swmoon@catholic.ac.kr

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

서 론

흉강경을 이용한 자연기흉의 치료는 개흉술에 비하여 입원기간의 단축, 술 후 통증감소, 미용적인 장점 등의 이유로 많은 흉부외과의에 선호되고 있다[1-5]. 그러나 개흉술에 비하여 술 후 공기누출, 재발률, 재수술률 등의 합병률이 높아 그 만족도가 떨어지고 있다[6-10]. 이러한 높은 합병증의 주된 원인으로는 흉강경의 수술시야의 제한으로 다발성 기포나 미세 기낭(bleb)을 진단하지 못하거나 자동 봉합기의 봉합선과 관련된 합병증이 보고되고 있다[1,2,5-7,11,12]. 최근 폐용적 감축술이나 폐기종 수술 시 봉합선을 보강재료로 보강함으로써 효과적인 공기 누출감소 혹은 예방 등이 보고되고 있으며[13-17], 또한 자연기흉을 위한 흉강경 수술에서도 공기누출이나 재발 방지를 위한 다양한 방법들이 이용되고 있다[4,8,18,19]. 저자들은 자연 기흉 환자에서 흉강경 수술환자와 동물실험에서 자동봉합기의 봉합선의 보강효과를 검토하였다.

대상 및 방법

1) 동물실험

봉합선에서 공기누출을 측정하는 Roberson 등의 실험방법[20]을 변형하여, 제I군에서는 실험견을 바로 도살한 신선폐를 대상으로 30 mm 내시경용 자동봉합기(EndoGIA II 30-3.5, USSC, Norwalk, Connecticut)를 폐엽의 첨부에 적용하여 부분절제를 하였다. 대조군 a ($N=5$)에서는 보강재료를 사용하지 않았고, 실험군 b ($N=5$)에서는 임상에서 사용하는 보강재료(SeamGuard, W.L. Gore & Associates, Inc, Flagstaff, AZ)를 자동 봉합기에 적용한 후 폐 첨부의 일부를 절제하였다. 절제부위의 최초 공기 누출압을 측정하기 위하여 양측 폐와 기관을 포함한 전폐를 적출한 다음, 기도내압을 상승하면서 압력을 측정할 수 있는 장치에 적출한 기관을 연결한 후 공기가 누출되는 시점의 기도내압을 측정하였다. 제II군에서는 No.9 기관튜브를 삽관 후 수술대에 고정한 후 전신마취상태에서 개흉술을 시행하고 폐엽의 첨부를 제I군과 같은 방법으로 자동 봉합기를 이용하여 적용한 다음 흉관을 삽입 후 수술창상을 봉합하고 실험견이 충분히 회복한 상태에서 반복적으로 폐환기를 시행하면서 흉관 및 기관을 발관하였다. 수술을 마친 후 48 시간 도살하여 제I군과 같은 방법으로 절제부위의 공기 누출압을 측정하였다.

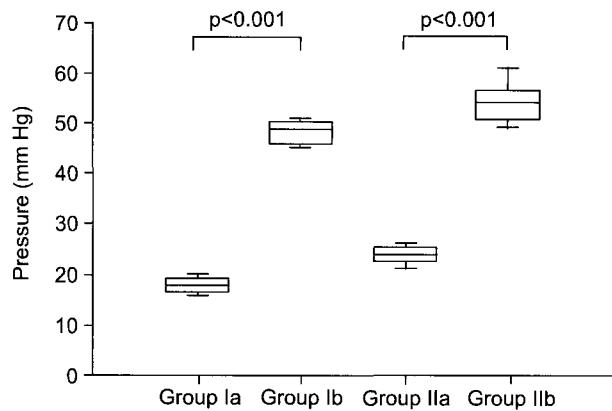


Fig. 1. Comparison of initial pressures of air leakage at staple line between staple alone and staple line reinforcement in experimental groups. The mean leakage pressures for the staple-line reinforcement group immediately after stapling (Group Ib) and 48 hours after stapling (Group IIb) were significantly higher than those of staple alone (group Ia and group IIa), respectively. Data are presented as the mean the standard error.

2) 임상연구

저자들은 1995년 6월과 2000년 5월 사이에 161명의 자연 기흉 환자에서 163건의 흉강경수술(폐부분절제술; 143 건, 내시경하 봉합술; 15건, 소개흉술; 5건)을 시행하였다. 성비는 남자 133명, 여자 28명이었으며, 연령분포는 13세에서 53세로 평균연령은 22.5 ± 6.2 세이었다. 시술자의 경험에 따른 결과에 미치는 영향을 줄이기 위하여 초기성적(1995년 6월부터 1997년 1월의 51건)은 비교 대상에서 제외하였으며, 1998년 9월 이후에 봉합선 보강을 하지 않았던 6예도 비교대상에서 제외하였다. 대조군은 자동 봉합기의 봉합선을 보강하지 않았던 1997년 2월부터 1998년 8월까지 시행한 59건이었으며, 실험군은 1998년 8월부터 2000년 5월에 시행한 47건으로 보강재료(SeamGuard, W.L. Gore & Associates, Inc, Flagstaff, AZ)를 이용하여 자동 봉합기의 봉합선을 보강을 하였으며, 그 외 솔식은 대조군과 동일하게 흉막 부분절제술(apical pleurectomy), 흉막 기계적 자극술(mechanical abrasion) 등은 모든 예에서 시행하였다.

흉강경은 일측 환기 마취(double lumen tube; Broncho-Cath, Mallinckrodt Medical Athlone, Ireland or Univent; Phygon Univent Fuji Systems Corporation, Tokyo, Japan) 상태에서 수술측 폐허탈을 유도한 후 먼저 7 mm 흉강경(Richard Wolf Medical Instruments Corporation, Rosemade, III)을 액 와부의 제4 또는 5 늑간에 유치하였고, 내시경 용 폐감자

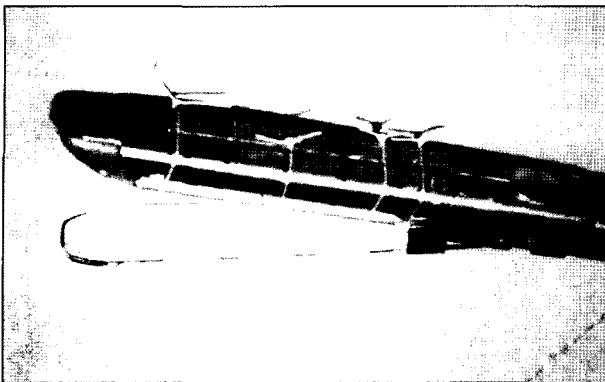


Fig. 2. The staple lines of endostapler were reinforced with ePTFE stripes, which were fixed with silk sutures on each side of an endostapler.

와 내시경용 자동봉합기 등의 흉강경 기구를 위하여 제2, 제3의 흉강 유입구를 만들었으며, 이 중 하나를 이용하여 수술 후 흉관을 유치하였다. 먼저 흉강내부를 관찰한 후 전 폐엽과 특히 상엽의 첨부, 종격동 측면을 따라 폐병변의 유무를 파악하였고, 필요에 따라 마취과의 도움을 받아 부분 환기하면서 다양한 크기의 기낭을 간파하지 않도록 관찰하였다. 다양한 크기의 자동 봉합기(Multifire EndoGIA 30, 45, 60/Multifire EndoGIA II 30, 45, 6, USS, Norwalk, CT; Endoscopic linear cutter 30, 45 mm, Ethicon Endo-Surgery, Cincinnati, OH)를 이용하여 기낭 또는 공기 누출부위가 보이는 병변을 부분 절제하였고, 1998년 8월 이후에는 기낭의 기저부가 건강하지 않거나 주변에 다발성으로 있는 경우에는 자동 봉합기의 봉합선의 양측면에 적당한 길이의 보강재료를 봉합사를 이용하여 고정한 다음 폐부분 절제를 하였다(Fig. 3). 보강재료를 사용하는 경우에는 카트리지 높이 4.8 mm를 사용하였고, 그 외는 3.5 mm를 사용하였다. 절제를 마친 후 생리식염수에 폐절제부위를 침수시킨 후 절제 봉합선 부위에 공기누출여부를 확인하였으며, 필요에 따라 내시경 봉합을 시행하였고, 저혈재료인 Surgicel을 절제부위에 펼쳐 도포하였다. 또한 모든 예에서 폐 병변의 정도에 따라 첨부흉막을 부분 절제하거나 기계적 자극하여 술 후 조기에 유착을 유도하여 기흉 재발을 방지하였다. 술 후 20 또는 24 French 흉관을 삽입 후 첨부에 위치하도록 하였다. 병실에서 10~15 mm Hg의 압력으로 계속하여 음압을 유지하여 조기에 폐첨부가 벽측 흉막에 고정되도록 하였으며, 고정된 후 24시간 이후에 흉관을 발관하였다. 퇴원은 발관 후 1~2일 후에 대부분 이루어졌다.



Fig. 3. Thoracoscopic bullectomy was performed with staple-lines reinforced using ePTFE.

저자들의 흉강경술 경험축적에 따른 성적과 봉합선 보강 등의 여부에 따른 각종 임상성적을 의무기록을 검토하여 비교하고자 하였다.

통계처리는 연속성 자료는 평균표준편차로 표현하였고, 통계적 분석은 window용 SAS (v 6.12) 프로그램을 이용하여 정규분포를 보이는 연속성 자료는 Student's *t*, 비모수 검정(Wilcoxon rank sum tests)하여 비교하였고, 비연속 자료는 χ^2 test와 Fisher's exact test를 하여 비교하였다. 통계적 유의성은 *p*값이 0.05 이하일 때 유의한 차이가 있는 것으로 하였다.

결 과

1) 동물실험결과

봉합선의 보강여부(대조군 a군, 보강군 b군)와 누출압력 측정시기(제 I군; 절제 후 바로 측정, 제II군; 절제 후 48시간 경과 후 측정)에 따른 최초 공기 누출암은 각각 제Ia군이 18 ± 1.6 mm Hg, 제Ib, 48 ± 3 mm Hg, 제IIa군, 23.8 ± 1.9 mm Hg, 제IIb군, 54 ± 4.6 mm Hg으로 비보강군(a군)과 보강군(b군) 간에 유의한 차이를 보였다.

2) 임상연구성적

수술사망은 없었으며, 기흉 재발과 그에 따른 재수술이 외는 큰 합병증은 없었으나, 14건(창상분리 5건, 외부 흉강내 공기유입 4건, 흉수저류 5건)의 치료를 요하는 합병증이 있었다. 특히 봉합선 보강재료를 사용한 군에서 세균성 감염은 없었다. 관찰기간 중 흉강경 수술 후 재발성 기흉 또는 지속성 기흉으로 5건의 개흉술이 있었으며, 흉

Table 1. Comparison of clinical data between each group in our series

	Learning curve	Group IIIa	Group IIIb	p-value
Period	1995. 6 ~ 1997. 1	1997. 2 ~ 1998. 7	1998. 8 ~ 2000. 5	
No. of procedures (patients)	53 (51)	59 (58)	47 (46)	
Age (years)	21.9 ± 5.2	24 ± 6.4	23 ± 6.1	NS
Number of lesions	1.9 ± 0.8	2 ± 1.1	2.1 ± 1.3	NS
Case of air leaks >= 5 days (rate)	8 (15%)	5 (8.4%)	2 (4.3%)	NS
Duration of chest tube (days)	4.5 ± 3.3	4.4 ± 1.4	3.1 ± 1.1	<0.001 (IIIa vs IIIb)
Postoperative hospitalization (days)	6.2 ± 1.4	5.9 ± 1.9	4.6 ± 1.7	<0.001 (IIIa vs IIIb)
Total length of staplers (mm)	94.1 ± 43.3	92.3 ± 28.1	71.1 ± 30.6	<0.001 (IIIa vs IIIb)
Recurrence (rate)	7 (13%)	5 (8.4%)	2 (4.3%)	NS
Reoperation (rate)	3 (5.6%)	2 (3.3%)	2 (4.3%)	NS
Mean follow-up (months)	37.8 ± 10.2	27.4 ± 6.6	10.1 ± 5.1	<0.001 (IIIa vs IIIb)

강경 수술 중 심한 흉막유착, 다수의 기낭, 기술적 제한(자동봉합기를 적용하기 곤란한 위치의 기낭) 등으로 소개흉술을 하였던 경우가 5건 있었다.

보강군에서 사용한 자동봉합기의 총 길이가 71.1 ± 30.6 mm이었고, 비보강군에서는 92.3 ± 28.1 mm로 유의하게 보강군에서 자동 봉합기를 적게 사용하였고, 흉관 유치기간은 각각 보강군이 3.1 ± 1.1일, 비보강군이 4.4 ± 1.4일로 보강군에서 짧았다. 또한 술 후 재원기간에서도, 보강군이 4.6 ± 1.7일, 비보강군이 5.9 ± 1.9일로 보강군에서 조기에 퇴원하였다. 그러나 기흉 재발로 인한 재수술면에서는 차이가 없었는데, 보강군에서는 2건(술 후 2개월 및 3개월)으로 초기 흉강경수술 시 간파한 기낭으로 인한 재발이었고, 비보강군에서는 5건으로 이 중 4예는 자동 봉합기의 봉합선상에서 관찰되는 잔존기낭이나 봉합선에서의 공기 누출부위를 확인하였고, 나머지 1예에서 1차 수술 시 진단하지 못한 다른 부위에서 기낭이 확인되었다. 관찰기간 중 7건의 재발이 있었는데, 5건(8.4%)은 비보강군에서 발생하였고, 나머지 2건(4.3%)은 보강군에서 발생하였다. 흉강경 수술 후 5일 이상 지속성 공기누출은 비보강군에서 3예, 보강군에서 1예(흉막유착박리부위에서 공기누출)가 있으나 유의한 차이는 없었다. 그 외 보강군과 비보강군에서 연령군과 병변수에서 차이는 없었고, 관찰기간에서 차이를 보였다.

고 찰

최근 흉강경을 이용한 자연 기흉의 치료는 입원기간의 단축, 술 후 통증의 감소, 미용상의 장점 등으로 선호되고

있다[1-5]. 그러나 개흉술에 비하여 흉강경 수술에서 높은 재발률로 환자만족도가 떨어지고 있다[6-10]. 가장 흔한 합병증은 장기간의 공기누출과 재발이며 그 빈도는 5~10%로 보고되고 있으며, 재수술률이 5% 내외로 보고되고 있다[2,5,6,9,10]. 이러한 높은 합병률은 수술술기, 흉막 유착술(pleurodesis), 흉강경 수술 경험축적에 달려 있는데 [4-6,8,10], 이러한 공기누출 또는 재발을 방지하기 위한 여러 가지 방법들이 이용되고 있다. 저자들의 경험이 축적되면서 지속성 공기누출, 재발방지를 위한 여러 가지 방법에 따른 임상결과에 차이가 있었다. 마취과의와 긴밀한 협조하에 반복하여 폐를 팽창, 허탈시킴으로써 폐병변을 간파하지 않도록 하였고, 봉합선에서 공기누출부위를 내시경하에 봉합하거나 내시경용 클립을 사용하여 지속성 공기누출을 예방하도록 하였다. 또한 첨부 벽측 흉막을 광범위하게 제거하며, 종격동 측면은 기계적 자극을 하여 흉강경술 후 조기에 폐와 유착을 유도하여 재발을 방지하도록 하였다. 병실에서는 흉관에 15 mm Hg의 음압을 걸어 조기에 폐가 고정되도록 유도하였다. 이러한 시도로 지속성 공기누출을 현저히 방지하고, 재수술을 줄일 수 있었다. 그러나 기흉 재발로 7건에서 시행한 개흉술의 소견상 4건에서 자동 봉합기의 봉합선과 관련된 새로운 기낭이 형성되거나 공기누출이 발견되었다. 또한 저자들의 1예에서 자동봉합기를 이용하여 기낭절제술 후 공기누출부위를 확인하기 위하여 서서히 폐를 재팽창하는 과정에서 봉합선 부위의 일부에서 열상에 따른 심한 공기누출이 관찰되어 봉합선보다 더 기저부에 자동봉합기를 이용하여 폐부분절제를 추가로 시행하였다(Fig. 4). 이러한 합병증은 폐 봉합선이 작은 흉막하 기포(subpleural bleb)나

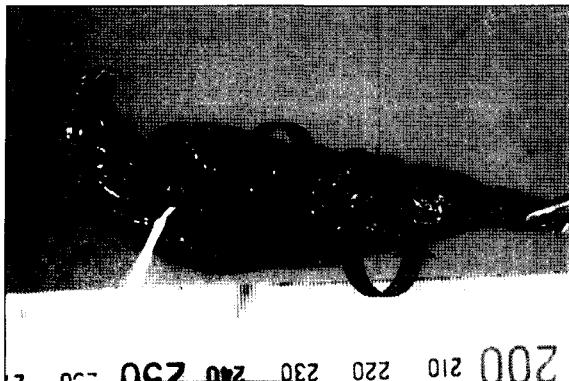


Fig. 4. Tearing (arrows) at staple lines after first trial of stapling resection was observed. Thereafter, additional more endo-staplers were required for stapling resection.

폐병변(emphysematous tissue) 등의 건강하지 못한 부위에 위치하고 있어 봉합부위에 폐의 재팽창하는 과정에 과도한 장력이 발생하여 봉합선과 폐조직간에 분리가 일어나는 것으로 생각되고 있다[7,13]. 이러한 합병증은 특히 폐용적 감축술이나 폐기종수술 후 흔히 발생하여, 최근 봉합선 보강재료[13,14,19]를 이용한다든지 봉합선에 외과용 접착제[18]를 도포하여 공기누출을 방지하는 방법, 흉막 제거술[6,10] 등이 이용되고 있다. 따라서 저자들은 자연 기흉 환자인 경우에도 폐기종이나 흉막하 기포 등 비정상 조직에 자동 봉합기의 봉합선이 위치하는 경우에 미세한 바늘자리(staple hole)라도 과도한 장력이 발생하거나 폐가 팽창하는 과정이나 기도내압이 급격히 증가하는 기침 등의 상황에서 지속성 공기누출, 재발가능성이 높을 것으로 생각하였다. 또한 저자들의 봉합선 보강이 공기 누출압을 현저히 상승시킬 것이라는 저자들의 동물 실험과 부합하는 Roberson 등의 실험결과[20]에 근거하여, 1998년 8월 이후 자연 기흉 환자에서도 단순 기낭 또는 단일 기포 등이 동반된 경우를 제외하고 봉합선이 비정상조직에 위치할 경우에 SeamGuard를 이용하여 자동 봉합기의 봉합선을 보강하는 프로토콜을 적용하였다.

저자들의 동물실험에서 봉합선을 보강함으로써 현저한 초기 공기 누출압의 차이를 관찰할 수 있었고, 이러한 결과는 비록 실험견의 정상조직을 대상으로 한 것이지만 임상에서 봉합선 보강이 특히 비정상조직인 경우에 바늘자리의 공기누출, 봉합선의 열상 등을 예방하는 데 큰 도움이 될 것으로 생각되었다. 또한 흉강경술 후 기흉 재발에 대한 수술소견이 저자들의 경험과 일치하는 봉합선과 관련된 새로운 기낭형성, 작은 공기누출부위 등의 소견을

보고하고 있다[7,12]. 저자들의 경우 봉합선 보강군에서 기흉 재발로 2례의 재수술 소견에서 비보강군과는 달리 봉합선과 관련된 기흉 재발이 아니라 일차 흉강경수술 시 간과한 기낭에 기인하였다. 봉합선 보강군과 비보강군에서 지속적 공기누출, 기흉 재발면에서 현저한 차이는 없었으나 술 후 재원기간, 흉관유치기간 등에서 차이를 보였으며, 또한 보강재료의 사용에 따른 의료비 상승에 대비하여 한 세트의 SeamGuard를 분리하여 4쌍의 절편으로 나누어 소독 보관하여 사용하는 방법으로 의료비 절감이 가능하였다. 한편 보강군과 비보강군에서 사용한 총 자동 봉합기의 길이를 비교하면 비보강군에서는 평균 92 mm이었고 보강군에서는 평균 71.1 mm이었는데 이는 비보강군에서는 폐병변을 절제 시 봉합선이 건강한 조직에 위치하도록 하였기에 더 많은 자동 봉합기를 사용하여 폐 부분 절제를 하였던 것으로 생각된다.

결 론

저자들은 보강군과 비보강군이 관찰기간, 흉강경 수술 경 험면에서 차이를 보이지만 자동 봉합기의 봉합선을 보강함으로써 현저히 공기누출 및 기흉 재발을 현저히 감소시켰고, 술 후 입원기간의 단축, 자동 봉합기의 사용감소 등의 차이를 보였다. 또한 이러한 차이는 의료비의 절감을 가능하게 하였던 것으로 추측된다.

참 고 문 헌

1. Dumont P, Diemont F, Massard F, Toumieux B, Wihlm JM, Morand G. Does a thoracoscopic approach for surgical treatment of spontaneous pneumothorax represent progress? Eur J Cardiothorac Surg 1997;11:27-31.
2. Bertrand OC, Regnard JF, Spaggiari L, et al. Immediate and long-term results after surgical treatment of primary spontaneous pneumothorax by VATS. Ann Thorac Surg 1996;61 (6):1641-5.
3. Passlick B, Born C, Haussinger K, Thetter O. Efficiency of video-assisted thoracoscopic surgery for primary and secondary spontaneous pneumothorax. Ann Thorac Surg 1998; 65(2):324-7.
4. Yim AP, Liu HP. Video assisted thoracoscopic management of primary spontaneous pneumothorax. Surg Laparosc Endosc 1997;7(3):236-40.
5. Naunheim KS, Mack MJ, Hazelrigg SR, et al. Safety and efficacy of video-assisted thoracic surgical techniques for the treatment of spontaneous pneumothorax. J Thorac Cardiovasc Surg 1995;109:1198-204.

6. Miller JI. Discussion of Cole FH Jr, Cole FH, Khandekar A, Maxwell JM, Pate JW, Walker WA. *Video-assisted thoracic surgery: Primary treatment for spontaneous pneumothorax?* Ann Thorac Surg 1995;60:931-5.
7. Umemoto M, Tokuno M, Saito Y, Immura H. *Relapse after video-assisted thoracoscopic surgery for spontaneous pneumothorax.* Nippon Kyobu Geka Gakkai Zasshi 1997;45(6):831-5.
8. Yamaguchi A, Shinonaga M, Tatebe S, Souma T, Tsuchida M, Saito A. *Thoracoscopic stapled bullectomy supported by suturing.* Ann Thorac Surg 1993;56(3):691-3.
9. Mouroux J, Elkaim D, Padovani B, et al. *Video-assisted thoracoscopic treatment of spontaneous pneumothorax: technique and results of one hundred cases.* J Thorac Cardiovasc Surg 1996;112:385-91.
10. Hurtgen M, Linder A, Friedel G, Toomes H. *Video-assisted thoracoscopic pleurodesis. A survey conducted by the German Society for Thoracic Surgery.* Thorac Cardiovasc Surg 1996;44(4):199-203.
11. Massard G, Thomas P, Wihlm J-M. *Minimally Invasive management for first and recurrent pneumothorax.* Ann Thorac Surg 1998;66:592-9.
12. Sakamoto K, Kase M, Mo M, et al. *Regrowth of bullae around the staple-line is one of the causes of postoperative recurrence in thoracoscopic surgery for spontaneous pneumothorax.* Kyobu Geka 1999;52(11):939-42.
13. Vaughn CC, Wolner E, Dahan M, et al. *Prevention of air leaks after pulmonary wedge resection.* Ann Thorac Surg 1997;63:864-6.
14. Cooper JD. *Technique to reduce air leaks after resection of emphysematous lung.* Ann Thorac Surg 1994;57:1038-9.
15. Fischel RJ, McKenna RJ. *Bovine Pericardium versus bovine collagen to buttress staples for lung reduction operations.* Ann Thorac Surg 1998;65:217-9.
16. Nakamura T, Shimizu Y, Watanabe S, et al. *New Bio-absorbale pledges and non-woven fabrics made from polyglycolide (PGA) for pulmonary surgery: clinical experience.* Thorac Cardiovasc Surg 1990;38:81-5.
17. Hazelrigg SR, Boley TM, Naunheim KS, et al. *Effect of bovine pericardium strips on air leak after stapled pulmonary resection.* Ann Thorac Surg 1997;63:1573-5.
18. Nomori H, Horio H. *Gelatin-Resorcinol-Formaldehyde-Glutaraldehyde Glue-spread stapler prevents air leakage from the lung.* Ann Thorac Surg 1997;63:352-5.
19. Juettner F-M, Kohek P, Pinter H, Klepp G, Friehs G. *Reinforced staple line severely emphysematous lungs.* J Thorac Cardiovasc Surg 1989;97:362-3.
20. Roberson LD, Netherland DE, Dhillon R, Heath BJ. *Air leaks after surgical stapling in lung resection: A comparison between stapling alone and stapling with staple-line reinforcement materials in a canine model.* J Thorac Cardiovasc Surg 1998;116:353-4.

=국문 초록=

배경: 흉강경을 이용한 자연기흉 수술은 개흉술에 비하여 재발률이 높지만 많은 외과의에게 선호되고 있다. 또한 이러한 단점을 극복하기 위한 여러 시도가 이루어지고 있다. 저자들은 흉강경수술 시 자동 봉합기의 봉합선 보강효과를 알아보기 위하여 동물실험과 임상연구를 계획하였다. **대상 및 방법:** 동물실험에서는 실험견을 이용하여 바로 도살한 후 자동 봉합기를 적용한 폐(제1군, N=5)와 자동 봉합기를 사용하여 48시간 경과한 후 도살한 폐(제2군, N=5)의 절제면에서 최초 공기 누출압을 측정하였다. 또한 각각 제1군과 2군에서 봉합선을 보강재료로 보강여부에 따른 절제면의 공기 누출압을 비교하였다. 임상연구에서는 자연기흉 흉강경수술을 받은 104명(106건)을 대상으로 봉합선 보강 여부에 따라 임상 성적을 비교하였다. 결과: 동물실험에서는 자동 봉합기의 봉합선을 보강한 군에서 의의 있게 평균 공기 누출압이 높았고(제1군: 비보강군; 18 ± 1.6 , 보강군; 483, 제2군: 비보강군; 23.8 ± 1.9 , 보강군; 54 ± 4.6 mmHg, $p < 0.001$), 임상연구에서는 봉합선 보강군에서 술 후 흉관 유치기간, 술 후 재원기간, 사용한 총 자동 봉합기 길이 등에서 유의한 차이를 보였다(흉관 유치기간: 비보강군; 4.4 ± 1.4 , 보강군; 3.1 ± 1.1 일, 사용한 자동 봉합기의 총길이: 비보강군; 92.3 ± 28.1 , 보강군; 71.1 ± 30.6 mm, 술 후 재원기간: 비보강군; 5.9 ± 1.9 , 보강군; 4.6 ± 1.7 일, $p < 0.001$). 결론: 자연기흉 흉강경 수술에서 자동 봉합기의 봉합선 보강으로 술 후 장기간 공기누출의 예방이 가능하였고, 따라서 술 후 병원재원 기간의 단축이 가능하였다.

- 중심 단어 : 1. 자연기흉
2. 흉강경
3. 자동 봉합기
4. 실험모델