原 著

自動縫合器による気管支断端処理の耐圧についての検討

石本真一郎 村松 高 四万村三恵 古市 基彦
 竹下 伸二 田中 洋子 諸岡 宏明 日暮 亮太
 塩野 元美

日本大学医学部心臓血管・呼吸器・総合外科

The Pressure Resistance of Mechanical Sutures in the Bronchial Stump
 Shinichirou ISHIMOTO, Takashi MURAMATSU, Mie SHIMAMURA, Motohiko FURUICHI,
 Shinji TAKESHITA, Youko TANAKA, Hiroaki MOROOKA,
 Ryouta HIGURE and Motomi SHIONO

Department of Cardiovascular, Respiratory and General Surgery, Nihon University School of Medicine

We examined the pressure resistance of mechanical sutures in the bronchial stumps in 20 patients following lobectomy. The Echelon® and EndoGIA® automatic suturing devices were used for 10 cases each. Pressure measurements were conducted in a submerged state. The bronchial stump was closed and the distal side of the bronchus clamped. The pressure tube (an 18 G infusion needle) was inserted into the bronchus to allow the injection of air and measure pressure. The mean pressure did not differ significantly in the Echelon® and EndoGIA® groups (112.5 cmH₂O vs. 113.5 cmH₂O). Sufficient pressure resistance was observed, considering that airway pressure during expiration is usually 20–30 cmH₂O. However, there have been some reports showing that many mechanical suturing devices lead to a higher incidence of bronchial stump fistula compared with manual sutures. In the automatic suturing device, the operator cannot freely adjust the tightness. The choice of the stapler and crushing of the bronchus should be considered before stapling in each patient and in consideration of the characteristics of the bronchus.

Key words: mechanical suture, bronchial stump, pressure resistance
 自動縫合器, 気管支断端, 耐圧

(J. Nihon Univ. Med. Ass., 2016; 75 (5): 219–222)

要旨 自動縫合器で切離した気管支断端部の耐圧がどのくらいあるのかを切除肺を利用して検討した。対象は自動縫合器を用いて気管支処理をした20症例。自動縫合器は2種類（Echelon®のグリーンカートリッジとEndoGIA®のパープルカートリッジ）使用し、各10例ずつとした。方法は水没状態にした切除肺の気管支断端に18 Gのサーフロ針を挿入し、マンシュットによる加圧を行うことで測定した。結果は平均圧はEchelon®が112.5 cmH₂O、EndoGIA®が113.5 cmH₂Oであった。両者の耐圧に統計学的な有意差を認めなかった。通常、気道内圧は20–30 cmH₂O（呼気時）であることを考慮すると、十分な耐圧が示された。一方で、縫合に比べて自動縫合器の方が、気管支断端瘻の発生率が高かったとの報告も散見される。自動縫合器では術者の手加減で自在に締め具合を調節できず、症例毎の適切なstaplerの選択やstapling前の気管支の圧挫も念頭に置くべきである。

はじめに

近年、胸腔鏡手術の普及に伴い、気管支の処理は自動縫合器のみを使用して行われることが多い。気管支閉鎖の断端部は気管支軟骨と粘膜との閉鎖からなるが、自動縫合器での真の気管支断端部の耐圧試験データはなく、動物の消化管での耐圧試験データを代用しているのが現状である。そこで今回、自動縫合器のみで気管支断端部の耐圧が実際にどのくらいあるのかを切除肺を利用して検討したので報告する。

対象および方法

日本大学医学部附属板橋病院臨床研究審査委員会の承認（臨床研究許可番号RK-120608-4）を得て行った。平成25年9月から平成26年3月において本検討に対し患者から書面による同意を得られ、自動縫合器を用いて肺葉切除（気管支処理）をした20症例を対象とした。術前に化学療法、放射線療法等の治療を受けていた症例

Fig. 1 Alignment during firing ensures a uniform distance between the anvil and cartridge surfaces during firing.

Fig. 2 Tri-staple reduces tissue compression stress on the outer staple row compared to inner staple.

Fig. 3 The bronchial stump is closed and the distal side of the bronchus is clumped. The pressure tube is inserted into the bronchus to inject air and measure pressure.

は除外した。自動縫合器は2種類使用し、第1症例目をジョンソン・エンド・ジョンソン株式会社の Echelon® (グリーンカートリッジ)、第2症例目をコビイディエン株式会社の EndoGIA® (パープルカートリッジ) として交互に用いた (Fig. 1, 2)。

圧の測定は、まず切除肺の気管支断端を生理食塩水を用いて完全に水没状態にした。気管支断端の stapler 部の近傍に 18 G のサーフロ針を挿入し、末梢側の気管支は鉗子にて閉鎖した。サーフロ針よりカフ圧計を用いてマンシェットにより空気を注入し加圧を行った (Fig. 3)。

Table 1 Patients characteristics

There were no significant differences in age, pulmonary disease, Brinkman index, lung function and diameter of bronchial stump among the groups

Characteristics	Echelon	EndoGIA	p value
Age	65.1±1.3	68.4±1.6	0.126
Pulmonary disease			
Interstitial pneumonia	2	1	0.53
Emphysema	1	1	1.00
Brinkman index	627.0±162.1	420±152.1	0.31
Lung function			
%VC	91.8±2.5	93.7±3.2	0.65
FEV1.0%	93.8±3.0	88.3±2.4	0.17
Diameter of bronchial stump (mm)	22.0±0.48	21.8±0.36	0.62
Total	10	10

Fig. 4 Mean pressure didn't differ significantly in the Echelon® and EndoGIA® groups (112.5 cmH₂O vs. 113.5 cmH₂O).

気管支断端から最初に気泡があった時点を最大耐圧とした。統計処理は Mann-Whitney U-test および Chi-square test (GraphPad Prism ver. 5.0) を使用し、 $p < 0.05$ 以下を有意とした。

結 果

年齢は 50–75 歳（平均年齢は 67 歳）であった。術式の内訳は、Echelon® を用いて気管支の処理をした 10 例については右上葉切除が 5 例、右下葉切除が 3 例、左下葉切除が 2 例であった。同様に EndoGIA® を用いた 10 例については右上葉切除が 5 例、右下葉切除が 2 例、左上葉切除が 2 例、左下葉切除が 1 例であった。Echelon® を用いた 10 例と EndoGIA® を用いた 10 例との間に、患者の年齢、併存肺疾患（間質性肺炎、肺気腫）の有無、Brinkman Index、肺機能（%VC、FEV1.0%）、気管支断端の直径に統計学的有意差を認めなかった (Table 1)。測定した平均圧±標準偏差は Echelon® が 112.5±3.6 cmH₂O、EndoGIA® が 113.5±4.3 cmH₂O であった。両者の耐圧に統計学的有意差を認めなかった (Fig. 4)。また、対象 20 症例のうち術後気管支断端瘻発生は 1 例も認めなかった。

考 察

自動縫合器は狭い開胸創でも取り扱いが簡便で、一定の正確な縫合ができる、異物反応が少ない¹⁾、気道の解放がなく胸腔内の汚染を低減できる等の利点を有する。

今回使用した Echelon®（グリーンカートリッジ）および EndoGIA®（パープルカートリッジ）はどちらも 3 列の stapler で形成される。前者は自動縫合器のアンビルを閉じる際、カスタムが作動し把持した組織をより平行に圧縮するため、stapler 形成高 (2 mm) に組織厚を近づける先行圧縮が特徴である (Fig. 1)。一方、後者は stapler 断面に高さが異なる 3 種類の stapler 高 (3.0, 3.5, 4.0 mm) が搭載されているため、組織を把持する時、外側方向に向かうにつれて徐々に緩やかに組織を圧縮できる特徴をもつ (Fig. 2)。

測定した結果、平均圧は Echelon® が 112.5 cmH₂O、EndoGIA® が 113.5 cmH₂O であった。測定に使用したカフ圧計は最大可能測定値が 120 cmH₂O であったため、実際はそれよりも高い耐圧を示せた可能性がある。通常、気道内圧は 20–30 cmH₂O（呼気時）であることも考慮すると、十分な耐圧があり、安全性に優れていると考えられた。しかし一方で、手縫い縫合に比べて自動縫合器の方が、気管支断端瘻の発生率が高かったとの報告も散見される^{2–4)}。この気管支断端瘻は一度発症すれば重篤であるため、当科では自動縫合器で切離した気管支断端部を全例追加縫合し補強しているが、必ずしも全例に対する追加縫合は不要なのではないかと示唆された。自動縫合器では術者の手加減で自在に締め具合を調節するわけにはいかず、気管支壁を過剰に締めすぎてしまう危険もある。また滝沢らは、肺葉気管支では手縫い縫合の耐圧限界は自動縫合器より高いにもかかわらず、主気管支では、手縫い縫合の耐圧限界は自動縫合器より低かったと報告している⁵⁾。術前のステロイド治療歴や肺全摘症例における気管支処理には術者の技量も影響するともいわれる^{6–8)}。症例毎の適切な stapler の選択や stapling 前の気管支の圧挫も念頭に置くべきである。

結 語

各種自動縫合器による気管支断端の耐圧試験を切除肺を用いて検討し、十分な耐圧を示した。

文 献

- 1) 森山 厚. 肺摘除術における気管支断端治癒に関する実験的研究. 日呼外会誌 1995; **9**: 19–28.
- 2) Gamel EIA, Tsang GM, Watson DC. The threshold for air leak: Stapled versus sutured human bronchi, and experimental study. *Eur J Cardiothorac Surg* 1999; **15**: 7–10.
- 3) Vester SR, Faber LP, Kittle CF, et al. Bronchopleural fistula after stapled closure of bronchus. *Ann Thorac Surg* 1991; **52**: 1253–1258.
- 4) Uçvet A, Gursoy S, Sirzai S, et al. Bronchial closure methods and risk for bronchopleural fistula in pulmonary resections: how a surgeon may choose the optimum method? *Eur J Cardiothorac Surg* 2011; **25**: 558–562.
- 5) 滝沢恒世, 小池輝明. 気管支断端縫合部の耐圧限界. 気管支学 1993; **15**: 419–422.
- 6) Algar FJ, Alvarez A, Aranda JL, et al. Prediction of early bronchopleural fistula after pneumonectomy: a multivariate analysis. *Ann Thorac Surg* 2001; **72**: 1662–1667.
- 7) Sirbu H, Busch T, Aleksic I, et al. Bronchopleural fistula in the surgery of non-small cell lung cancer: incidence, risk factors, and management. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 2001; **7**: 330–336.
- 8) de Perrot M, Licker M, Robert J, et al. Incidence, risk factors and management of bronchopleural fistulae after pneumonectomy. *Scand Cardiovasc J* 1999; **33**: 171–174.