

肺癌に対する根治手術

—肺葉切除とリンパ節郭清—

渡辺俊一¹

要旨 — 1960年 Cahan が、肺門および縦隔の所属リンパ節郭清を伴った肺葉切除を radical lobectomy として報告して以来、この術式は40年以上を経た現在も肺癌根治手術の基本である。当院での現在の標準開胸法は前鋸筋を温存した11~13cmの皮切長での後側方開胸である。この開胸法が手術の安全性、quality、手術時間、侵襲度、術後在院日数等の要素を総合的に判断した結果、他の開胸法と比較し最もバランスがとれ優れた方法であると考えている。また、どんな状況下(全面癒着、気管支・血管形成、胸壁浸潤、術中大出血等)においても容易に対応しうる。肺動脈は血管壁を完全に露出する層で血管鞘を剥離し各分枝を切離する。肺静脈は血管鞘を剥離したのち自動縫合器にて切離する。気管支は気管支表面の毛細血管層を薄く残す層で剥離し自動縫合器にて閉鎖する。これらの緻密な切開・剥離操作を電気メスのブレード先端をうまく使いながら行うことで、出血の少ないきれいな術野の手術が短時間で施行可能である。縦隔郭清は解剖学的構造物を skeletonize しながら、compartment ごとに摘出することを心がける。(肺癌, 2006; 46:15-21)

索引用語 — 肺癌, 肺葉切除術, 縦隔リンパ節郭清, 後側方開胸

Standard Lobectomy and Lymph Node Dissection Procedure for Lung Cancer

Shun-ichi Watanabe¹

ABSTRACT — Since Cahan (1960) reported successful cases of a “radical lobectomy” with hilar and mediastinal dissection, this procedure has been the standard surgical treatment for lung cancer. Small posterolateral thoracotomy preserving the anterior serratus muscle is the best way in terms of safety, quality, time and stress of surgery, and minimal postoperative hospital stay. Furthermore, surgeons can easily deal with many difficult situations, such as severe adhesion, bronchovascular sleeve resection, chest wall invasion, or massive bleeding by this thoracotomy. We use electric cautery to cut and dissect the sheath of pulmonary vessels to reduce the amount of bleeding and time. Mediastinal dissection is completed by skeletonizing the anatomic structures. (*JJLC*. 2006;46:15-21)

KEY WORDS — Lung cancer, Lobectomy, Mediastinal lymph node dissection, Posterolateral thoracotomy

はじめに

1960年 Cahan¹が、肺門および縦隔の所属リンパ節郭清を伴った肺葉切除を radical lobectomy として報告し

て以来、肺葉切除術+肺門・縦隔リンパ節郭清は肺癌に対する標準術式として定着し続けてきた。この術式は多少の modification はあるものの、40年以上を経た現在も肺癌根治手術の基本である。

¹国立がんセンター中央病院呼吸器外科。
別刷請求先：渡辺俊一，国立がんセンター中央病院，〒104-0045
東京都中央区築地 5-1-1。

※第45回日本肺癌学会総会教育講演。

¹Division of Thoracic Surgery, National Cancer Center Hospital,

Japan.

Reprints: Shun-ichi Watanabe, National Cancer Center Hospital,
5-1-1 Tsukiji, Chuo-ku, Tokyo 104-0045, Japan.

© 2006 The Japan Lung Cancer Society

Table 1. 術式別手術死亡率に関する欧米諸国および当院からの報告

報告者	報告年	解析期間	30日死亡率	術式別30日死亡率		
				肺全摘	肺葉切除	区域, 部分切除
Weiss	1974	1961-1965	14.0%	17.0%	10.1%	0%
Ginsberg	1983	1979-1981	3.7%	6.2%	2.9%	1.4%
Romano	1992	1983-1986	4.1%	11.6%	4.2%	3.8%
Harpole	1999	1991-1995	5.2%	11.5%	4.0%	—
国立がんセンター中央病院 [文献2]	2004	1987-2002	0.6%	3.1%	0.3%	0.3%

もちろん国立がんセンター中央病院においても肺葉切除術+肺門・縦隔リンパ節郭清を標準とすることに変わりはないが、以前と比べると創の大幅な縮小や筋肉の温存などにより、手術侵襲が減少し、術後在院日数は著明に減少している。また、肺葉切除はその長い歴史からもわかるとおり非常に安定した手技であり、当院での過去16年のmortalityをみても0.3%と低く (Table 1),² さらに最近数年は0を続けている。

今回の educational video session では、現在当院で施行している標準的な肺葉切除術の手順および注意すべきポイントを解説するが、時間の制約上、開胸法、右上葉切除、右下葉切除、左上葉切除および右上縦隔リンパ節郭清について解説する。

開胸法

後側方開胸を標準とする。これは古典的だがあらゆる種類の手術、状況に対応可能でありかつ肺門・縦隔リンパ節郭清が良好な視野で施行可能な極めて優れた開胸法である。ただし当院における現在の標準開胸法は、皮膚切開を前方に延ばさず11~13 cm程度の長さとし、さらに後背筋の後方部分のみを切離して前鋸筋を温存した開胸法である。後側方開胸というよりはむしろ聴診三角を中心とした後方小開胸というべきものである (Figure 1)。この開胸法が手術の quality, 安全性, 手術時間, 侵襲度, 術後在院日数等の要素を総合的に判断した結果、他の開胸法と比較し最もバランスがとれ優れた方法であると考えている。特に手術の quality と安全性という点では VATS に確実に勝る。また、どんな状況下 (全面癒着, 気管支・血管形成, 胸壁浸潤, 術中大出血等) においても開胸創を延長することで容易に対応するという利点をもつ。

体位は前方に腕を垂らした側臥位で行う。肋骨は多発骨折を防ぐために後方で切離する。肋間筋を前後に十分切離したのちに開胸器を開くと多発骨折することなく十分な視野が得られる。肋間を片手が入る程度に開排して胸腔内操作を開始する。ただし小開胸のため、手術に際しては (特に上縦隔郭清のときなど) ヘッドライトは必



Figure 1. Small posterior thoracotomy about 11-13 cm in length.

需品である。

この前鋸筋を温存した皮切長11~13 cm程度の後方小開胸で肺葉切除を行えば、疼痛が少なく術後回復も早い。実際、当院では現在肺葉切除後は第5病日での退院が標準的である。

前方開胸でも上葉切除、中葉切除などは十分施行可能であるが、この開胸法は癒着の剝離操作が特に尾側後方では難しい、気管支形成や胸壁合併切除などの手術に対応しにくい、縦隔の完全郭清が視的に難しい、などの欠点がある。前方開胸の肺癌での適応としては、癒着や胸壁浸潤が予想されず、美容面を重視する患者で、縦隔郭清がほとんど必要なさそうな早期病変 (たとえば比較的若年女性における ground-glass opacity 主体の腫瘍など) に限られよう。前方開胸と後方開胸では肺動・静脈、気管支を切離していく手順が大きく異なるが、今回は後方小開胸による手順のみを解説する。

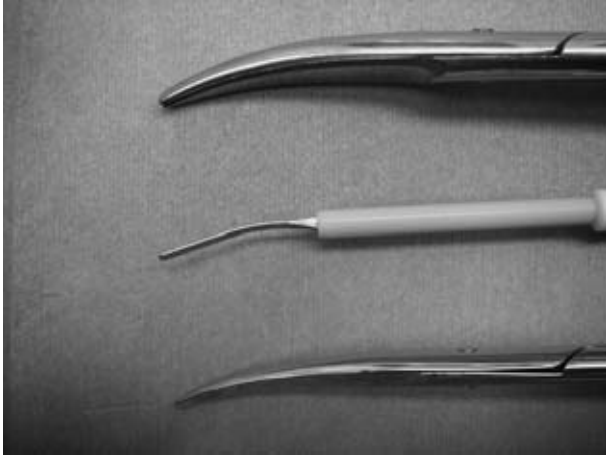


Figure 2. The tip of the electric cautery probe (middle) is much thinner than scissors and is useful to make a precise dissection of the vascular sheath.

電気メスによる切開・剝離操作

電気メスはそれ一本で切開・凝固・剝離操作がすべて可能な、非常に有用な器具である。特に、メツェンバウム剪刀などと比べてもかなり薄いその先端ブレードが、剝離操作では威力を発揮する。また、先端の角度や向きが自由に変えられるため、小開胸下でのさまざまな状況に対応可能である (Figure 2)。もちろん使い方を誤れば容易に凶器にもなりうる器具ではあるが、この電気メスの特性を上手に利用することにより、小開胸下でも迅速で出血が少なく (2時間以内, 出血量 30 ml 以下)、かつ quality の高い手術を当院では実現できていると考えている。

肺動脈は必ず血管壁を完全に露出する層で血管鞘を各分枝の末梢まで十分に剝離したのち (Figure 3)、一本ずつ丁寧に結紮・切離する。肺静脈は血管鞘を裏面まで十分に剝離したのち自動縫合器 (白カートリッジ) にて縫合・切離する。気管支は気管支表面の毛細血管網が走行する層をわずかに薄く残す層で剝離したのち自動縫合器 (青カートリッジ) にて縫合・切離する。気管支動脈は葉気管支レベルで結紮・切離する。

これら一連の緻密な剝離、切開操作を電気メスのブレード先端をうまく使いながら行うことで、出血の少ないきれいな術野の手術が短時間で施行可能である。いわゆる“赤い術野”での剝離操作は層が見極めにくくなるため手術の quality が低下し時間もかかる。

手技の実際

1. 肺葉切除に先立つ操作

CT 所見で胸膜面に露出している可能性のある病変の

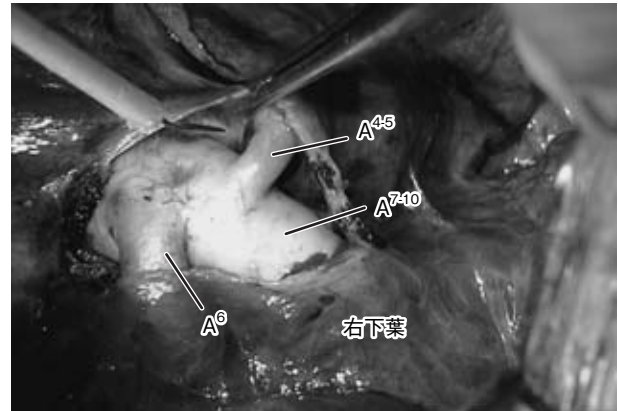


Figure 3. The sheath of the pulmonary artery is held by narrow forceps, dissected by the tip of the cautery probe, and cut.

場合は、開胸に先立ち審査胸腔鏡を行う。壁側・臓側胸膜表面や葉間をよく観察し、胸膜播種の有無を確認する。播種らしき病巣を認めた場合には生検し、後日化学療法を行う。もし悪性胸水を伴う胸膜播種であればタルク散布を行った後手術を終了する。播種がなければ前述したような開胸操作に移る。

開胸したらまず腫瘍および肺門、縦隔リンパ節の状態を触診にて確認し、resectability の有無を確認する。未確診腫瘍の場合は針生検を行い迅速診に提出して癌細胞の有無を確認する。

2. 肺葉切除術

a. 右上葉切除術

・葉間の剝離

電気メス等を用いて葉間を剝離し葉間部肺動脈の露出を行う。昔の大開胸で手術を行っていた頃は肺を換気して膨らませながら葉間を分けていくことが多かったが、現在の小開胸下での手術では、肺が膨らんでいては手術が困難であり、肺は完全に虚脱させた状態で葉間の剝離を行う。したがって残すべき肺葉を極力損傷しないように葉間を正しく認識することが必要である。

・葉間部肺動脈壁の露出

肺動脈血管鞘を剝離し、ascending A²、中葉肺動脈 (A^{4,5})、A⁶、総肺底動脈 (A⁷⁻¹⁰) を露出する。青白い光沢のある肺動脈壁を完全に露出する層で剝離していくことが重要である (Figure 3)。そのためには肺動脈血管鞘を摂子でしっかり把持する必要がある。血管鞘を把持したら血管壁から剝離をし、切開をし、また把持し直して再び剝離・切開するという操作を繰り返して進んでいき、肺動脈壁を広範囲に露出する。この血管鞘と肺動脈壁の間の繊細な剝離に電気メスのブレードの薄さが貢献している。

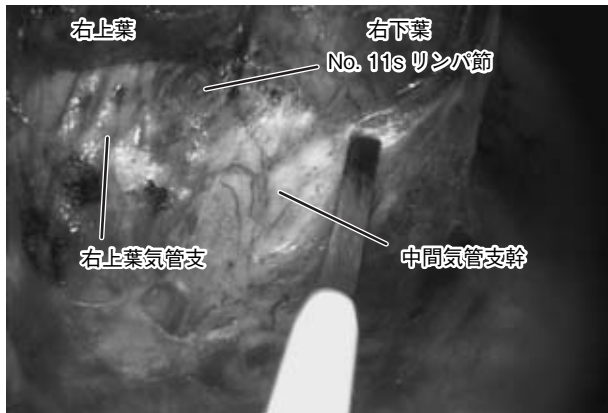


Figure 4. The upper lobe bronchus, truncus intermedius, and No.11s lymph node are exposed by dissecting the mediastinal pleura.

・気管支（膜様部側）の露出

続いて背側に移り、後方縦隔胸膜を切開する。下肺静脈頭側縁のレベルから奇静脈にいたるまでの範囲で食道に沿って胸膜を切開し、続いて胸膜を剥離して上葉気管支、中間気管支幹の膜様部側およびNo. 11s リンパ節を露出する。このとき気管支動脈および毛細血管の層を薄皮一枚残すような層で電気メスにて剥離していくことが重要である (Figure 4)。メスや鋏で気管支壁をそぎすぎると気管支断端が阻血になるので要注意である。

・上・下葉間形成

葉間部を A⁶ と ascending A² の間から後方に向けて自動縫合器を挿入し上・下葉間の不全分葉を切離する。この際 A⁶ の損傷、狭窄を起こさないように注意する。A⁶ と ascending A² が共通幹のときは ascending A² を結紮、切離してから葉間形成を行う

・No. 11s リンパ節の郭清

中間気管支幹に沿って中下葉へ向かう気管支動脈が No. 11s リンパ節と接するように走行することが多いので、これを極力損傷しないようにして中間幹から剥離する (Figure 5)。必要なら迅速診へ提出する。No. 11s リンパ節を郭清後、ascending A² を切離する。

以上で後方からの操作はいったん終了し、続いて奇静脈下縁に沿い前方に向け縦隔胸膜を切開していき、上大静脈、右房心膜を露出しながら前方操作へと移る。

・上肺静脈の露出

上肺静脈の剥離操作に際し、通常は横隔神経のテーピングは必要ないが、肺静脈に張り付くように走行する場合にはテーピングして前方に牽引する。上葉切除であっても中葉肺静脈は必ず確認する (胸腔鏡下手術では中葉肺静脈を誤って切離して上・中切除を余儀なくされた事例をしばしば聞く)。

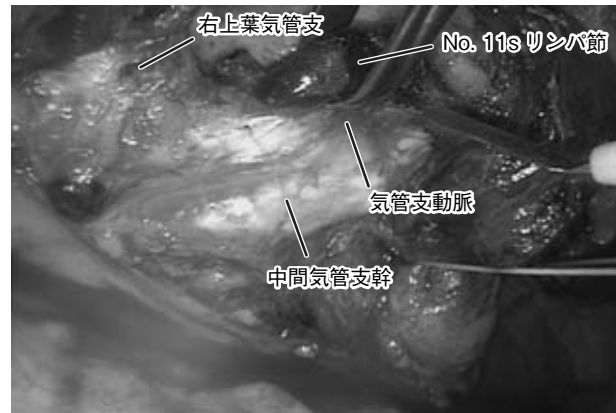


Figure 5. The No.11s lymph node is dissected, preserving the adjacent bronchial artery.

後方小開胸で手術を行う場合、後方に立った術者からの視野では、上肺静脈が接線方向になる。慣れればこの剥離操作は後方から行ってもまったく問題がないが、血管剥離に慣れていないうちは、術者は前方に回ったほうが操作は容易である。

・上葉肺静脈 (V¹⁻³) の切離

上肺静脈の鞘を剥離して静脈壁が露出したら今度は裏側を剥離し、裏面で接している中間肺動脈幹を剥離して自動縫合器を挿入する十分なスペースを作る。V¹⁻³ をまとめて糸でテーピングし、自動縫合器 (白または灰色カートリッジ) で切離する。もちろん枝ごとに結紮してもよい。

自動縫合器を fire する際には縫合器本体のシャフトをしっかり創縁で把持・固定し、先端がぶれないようにすることが安全対策として重要である (Figure 6)。

・上・中葉間形成

切離したら肺動脈本幹を露出し、つづいて中葉肺動脈を損傷しないように注意しながら上・下葉間を縫合器で切離すると視界が一気に開けて肺動脈上幹 (A¹⁺³) が全周にわたって見えてくる。

・肺動脈上幹 (A¹⁺³, truncus superior) の切離

血管鞘を切開・剥離したのちに自動縫合器で切離するが、全周の血管鞘を完全に剥離して自動縫合器の挿入スペースを十分に確保することが重要である。この血管が裂けると大出血は必至である。上・中葉間形成の後に行ったほうが、血管周囲の視野が広くなり安全に剥離・切離操作が可能である (Figure 7)。

・気管支の切離

最後に上葉気管支が残る。気管支前方の No. 12u リンパ節を切除肺につけるように剥離して上葉気管支を 1 横指分くらい露出する。自動縫合器使用の場合は太い糸で牽引しながら Sweet 縫合で閉鎖する。女性の細い気管支



Figure 6. The stapler should be manually held by the surgeon at the chest wall when it is fired.

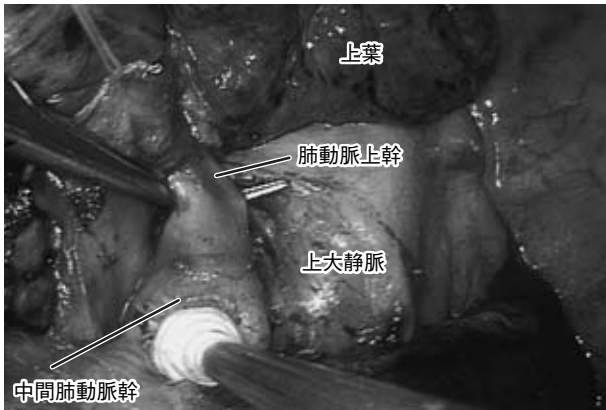


Figure 7. The superior trunk of the right pulmonary artery is divided by a vascular stapler after dissecting the vascular sheath.

ならばエンドステイプラーで切離可能であるが、気管支が太く硬いときは、TA、TXタイプの縫合器を用いたほうがより安全・確実である。

b. 右下葉切除

・肺靭帯の切離と下肺静脈の切離

肺靭帯の中を走行する太い血管がないか注意しながら電気メスで切離する。このときNo.9リンパ節を切除肺につけるようにする。下肺静脈の血管鞘を十分剥離し(Figure 8)、自動縫合器でこれを切離するが、このとき中枢に寄りすぎて心膜を巻き込まないように注意する。

つづいて、後方縦隔胸膜の切開→気管支膜様部の露出→葉間部肺動脈の露出→上・下葉間形成→No.11sリンパ節の郭清と進めていくが、いずれも詳細は上葉切除の項ですでに述べているので、ここでは省略する。

・肺動脈処理

A⁶は通常中葉肺動脈と同レベルまたは中枢で分岐す

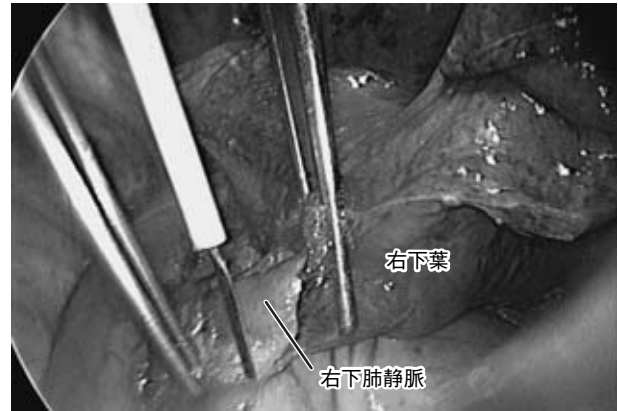


Figure 8. The inferior pulmonary vein is divided with a vascular stapler after dissecting the sheath of the pulmonary vein.

るため、A⁶と総肺底動脈(common basal artery, A⁷⁻¹⁰)は別々に処理する。まずA⁶を結紮・切離し、続いて総肺底動脈の処理に移る。A⁸から中葉への枝が分岐することがあるので、A⁸血管鞘を十分末梢まで剥離してこれがないことを確認しておく。総肺底動脈を気管支より剥離してテーピングし、中葉肺動脈を狭窄させないように注意しながら自動縫合器(白カートリッジ)で切離する(Figure 9)。

・下葉気管支の切離

No.11iリンパ節郭清、中下葉間形成を行ったのちに下葉気管支周囲を十分剥離する。下葉へ向かう気管支動脈は結紮する。自動縫合器にて下葉気管支をクランプし、縫合器をfireする前に麻酔医に加圧してもらい中葉がinflationされることを必ず確認する。上葉切除同様、女性の細い気管支ならばエンドステイプラーで切離可能であるが、気管支が太く硬いときは、TA、TXタイプの縫合器を用いたほうがより安全・確実である。

c. 左上葉切除

・葉間部肺動脈の露出

基本は右肺動脈処理と同様で、必ず血管鞘での剥離を行う。葉間ではcommon basal artery, A⁶, A⁴⁺⁵, A^{1+2c}を確認する。

・縦隔胸膜切開と左肺動脈の露出

後方から縦隔胸膜を切開。迷走神経をテーピングする。続いて左主肺動脈の血管鞘を剥離して血管を露出し、A^{1+2a+b}, A³まで確認しておく。

・後方葉間(上葉S¹⁺²—下葉S⁶間)形成

葉間で露出しておいたA⁶とA^{1+2c}の間より自動縫合器を後方を通して後方葉間形成を行う。A⁶が損傷、狭窄しないように注意する。

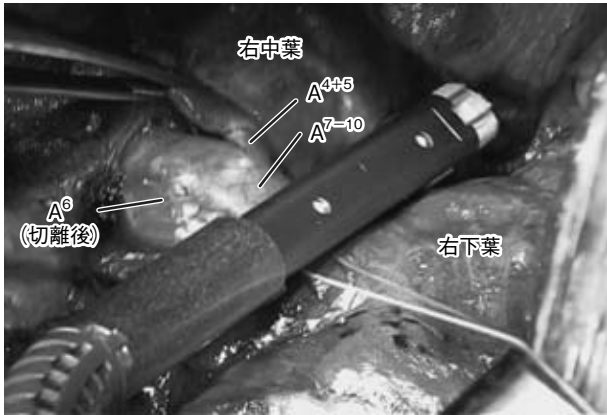


Figure 9. The common basal artery is divided with a vascular stapler.

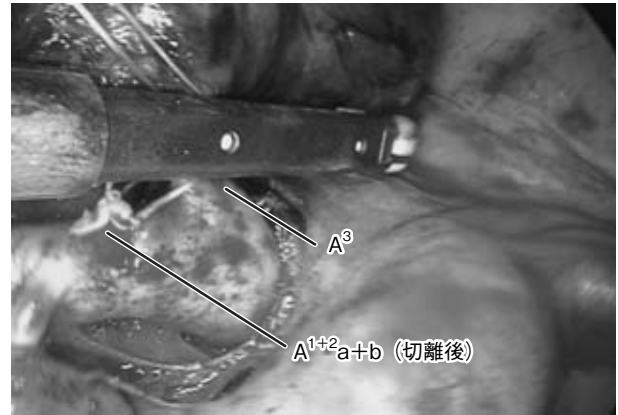


Figure 11. The anterior branch of the upper lobe pulmonary artery (A^3) is divided with a vascular stapler.

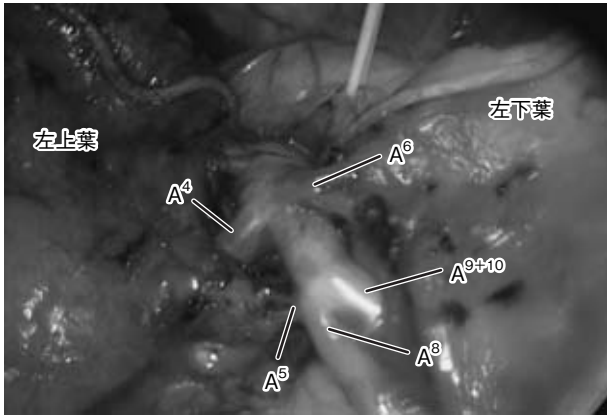


Figure 10. Lingular pulmonary artery (A^5) sometimes branches from the lower lobe pulmonary artery (A^8).

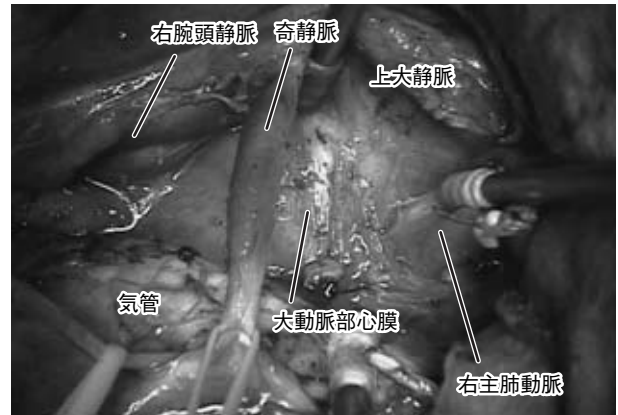


Figure 12. The right superior lymph nodes are dissected by skeletonizing the adjacent anatomic structures.

・肺動脈処理

後方葉間形成が終わったら、肺動脈各分枝 (A^{4+5} , A^{1+2c} , A^{1+2a+b}) を結紮・切離していく。

反時計回りの処理が安全. A^3 切離は上肺静脈を処理してから行う. A^8 から出る A^5 の存在に注意する (Figure 10).

・上肺静脈の切離

上・下肺静脈が共通幹をなしている場合があるので誤って両方を切ってしまうように注意する. 切離の前に下肺静脈の存在を確認しておく. 上肺静脈の後ろ側には通常は気管支が存在するが、縦隔型 $A^{4,5}$ が走行することがあるため鉗子を上肺静脈の後ろに回すときは注意する.

・ A^3 の切離

周囲を十分剥離したのちに自動縫合器にて切離する (Figure 11). A^3 のように首が短く、しかも太くてもろい血管は、結紮することで裂けてしまうことがあり、自動

縫合器にて平坦につぶす形で閉鎖するほうが安全である. リンパ節が固着して剥離できなければ迷わず肺動脈をクランプして肺動脈形成を行う.

・気管支の閉鎖切離

自動縫合器を用いる場合、Sweet 法にて閉鎖する.

3. 縦隔リンパ節郭清

肺葉切除が完了したらリンパ節郭清に移る. ND2a 郭清を基本とするが、CT 所見から予想される腫瘍の進行度や主病巣の術中組織所見、患者のリスク・年齢等を総合的に考慮して、リンパ節の術中迅速診断を併用した選択的リンパ節郭清を行うことも時には必要である. 郭清操作は電気メスを用いて行うが、小開胸での上縦隔郭清にはヘッドライト等の光源が必需品である.

縦隔郭清は解剖学的構造物を skeletonize しながらか、compartment ごとに摘出することを心がける. 右上縦隔リンパ節郭清の場合に郭清の境界として認識すべき構造物として、頭側は右腕頭動脈、尾側は右肺動脈、腹側は

上大静脈/右腕頭静脈, 背側は気管壁, 縦隔側は上行大動脈部心膜である (Figure 12).

おわりに

当院における肺癌に対する肺葉切除とリンパ節郭清の要点について解説した.

REFERENCES

1. Cahan WG. Radical lobectomy. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1960;39:555-572.
2. Watanabe S, Asamura H, Suzuki K, et al. Recent results of postoperative mortality for surgical resections in lung cancer. *Ann Thorac Surg.* 2004;78:999-1003.