

サンダービート
THUNDERBEATによる

腹臥位胸腔鏡下食道切除術

佐賀大学医学部 一般・消化器外科 能城 浩和 先生
教授

【はじめに】

1994年にCushieriが腹臥位による胸腔鏡下食道切除術の報告を初めて行ったが、本邦では胸部食道癌に対する胸腔鏡下食道切除は最近まで左側臥位にて行われてきた。近年、腹臥位による鏡視下手術の利点が注目されるようになり、本邦でも多くの施設が導入を試みている。

腹臥位では助手の技量によらずに、主に体位の工夫だけで左側臥位よりも良好な術野展開が得られるところが多く、出血などの浸出液もほとんどの部位で術野に留まらず、鉗子の操作性も良いため術者のergonomicsは良くなった。本来、鏡視下手術は、拡大視効果により微細解剖を認識しやすいため脈管神経の温存に有利であり、さらに良好な術野展開による徹底した縦隔リンパ節郭清を可能にした。腹臥位では完全鏡視下手術に対応しやすく、体壁の破壊を最小限にして術後呼吸機能の維持ならびに術後肺合併症の軽減が期待される。このように多くの利点が期待されるので、我々も2007年12月より胸部食道癌根治術に腹臥位胸腔鏡下手術を導入し、低侵襲な標準手術になるように改善してきた。このたび、オリンパスメディカルシステムズ社より発売のバイポーラエネルギーと超音波エネルギーの同時出力を可能にしたTHUNDERBEAT **写真1** の使用機会を得たので、当システムを使った手術手技について解説する。

写真1

THUNDERBEAT



THUNDERBEAT フロントドライブグリップ



Surgical Tissue Management System & エナジーカート

〈目 次〉

- 1. 手術適応 04
- 2. 胸部操作の体位 04
- 3. ポート部位 05
- 4. 手術の実際 06
 - I. 奇静脈弓の切離および右気管支動脈 07
 - II. 右上縦隔操作 08
 - III. 左反回神経周囲リンパ節および大動脈弓下リンパ節郭清 09
 - IV. 中縦隔および下縦隔操作 11
 - V. 胸部操作終了 12
- 5. 腹臥位鏡視下手術の利点と問題点 13

1 手術適応

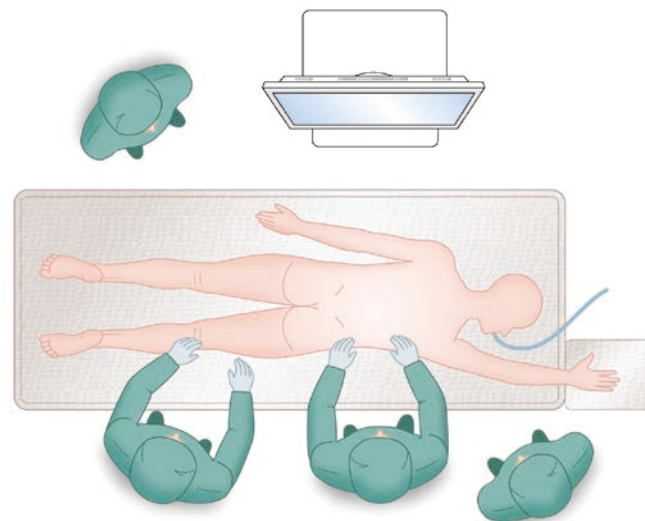
- ① 一般の食道癌の全身麻酔の適応に準じている。
- ② 胸膜癒着例は可能な限り鏡視下で癒着剥離をしているため適応外とはしていない。
特に気胸を併用すると逆に癒着剥離は容易になる。
- ③ 術前療法例は適応としている。
- ④ cT3までとしている。
- ⑤ 根治的化学放射線療法後のサルベージ手術は基本的に適応外としている。

食道癌治療ガイドラインにも準じて鏡視下食道切除術の現状を説明し、インフォームドコンセントを十分にとっている。

2 胸部操作の体位

患者は手術台の右に置いたベッドで麻酔を導入するが、分離肺喚気は行っていない。この方が術中術後の呼吸機能に良いばかりか気管左側の展開が良く、頸胸境界部での操作が格段と良くなる。患者の手術台への設置は最初から腹臥位にする方法と、半腹臥位で手術台のローテーションで腹臥位を実現する方法があるが、我々は前者の方法をとっている。しかし、術中手術台を多少ともローテーションすることもあり、マジックベッドを用いて腹臥位にしている。これにより緊急開胸にも対応できる。右手は腋窩を広く展開するため頭側に強く挙上して、左手は尾側に伸展させたいわゆる水泳のクロール型に固定すると、右胸部肋間の開大が良い **図1**。眼球の圧迫をなくすための注意と術中気管内分泌物の気管支鏡下吸引を行うために、顔を横に向けている。術者、第1助手およびカメラ助手はともに腹臥位になった患者右側に立ち、ハイビジョンモニターは対側に1台のみ設置している。

図1



3 ポート部位

6~12mmHgの気胸を併用するためポートは腹腔鏡用のアプライドメディカル社製Kiiアクセスシステム **写真2** を用いる。基本的なポート4ヶ所は以下の位置に設置している **図2**。

アプライドトロッカーのKiiアクセスシステムは先端がシーケンシャルヘリクステクノロジーという独自の螺旋形状になっており、安全で低侵襲な穿刺を行うことができる。また、シール部分にはダブルダックビル機構を採用しており、スムーズなスコープ・鉗子の操作が行え、スコープ挿入時の汚れを軽減することができるのが特徴である。

- a) 第5肋間後腋窩線より背側に12mmのポート(COR83)を挿入して、手術開始時に胸膜癒着を確認する。このポートは中下縦隔操作における術者右手、もしくは上縦隔操作の術者左手のポートとなる。
- b) 第9肋間肩甲骨下角線上に12mmポート(COR83)：カメラポート用とする。30°斜視鏡 **写真3** かフレキシブルスコープを用いている。
- c) 第7肋間後腋窩線より背側に5mmポート(CTR05)：術者左手用とする。
- d) 第3肋間後腋窩線やや腹側に12mmポート(COR83)：助手用か上縦隔操作時の術者右手用になる。

ときに下縦隔郭清のため、第8肋間後腋窩線よりやや腹側に5mmポートを追加することもある。

これらのポートは第1ポートの挿入後に視認しながら、右肺と椎体に対する鉗子の角度や左側縦隔へのアプローチに応じて適宜調整する。

写真2



図2

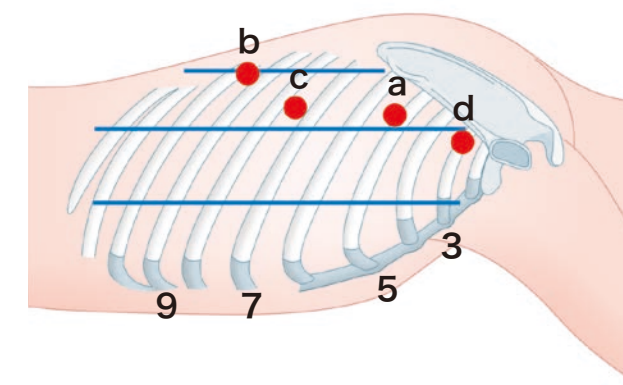


写真3



HD 3CCDカメラヘッド(オートクレーブ対応) CH-S190-XZ

4 手術の実際

縦隔郭清の基本理念および手技は、左側臥位と何ら変わることはない。剥離・切離はモノポーラ電気メスかTHUNDERBEATを用いている。THUNDERBEATはバイポーラ単独の出力を有しており、アクティブブレードを少し広げ接触面で当てることでバイポーラ鉗子のような機能も得ることができるため、鉗子の持替え回数が減少した。

術者は左手にオリンパス社製の把持剥離鉗子(特注品) **写真4** を使用することで、対象となる膜だけを牽引することができ、正確なカットラインを作ることが可能となる。また、鉗子の開き部分が長いと椎体と気管に挟まれた狭い空間では操作性が悪くなるので、このような鉗子が有用である。右手にはミニメツチェン(A64840A)を使い膜の展開などの大きな動作を行い、温存する神経の周囲では通電することなく用いる。切開モードを使用する際、最近ではミスト発生も少なく、ある程度止血凝固能も有するようなモードを持つものが利用できるようになった。THUNDERBEATの本体は電気メスのジェネレーターとしても優れた機能を有しており、このジェネレーター(ESG-400)のpure cutモードを使用している。オリンパス社製のエネルギーシステムは同社の気腹装置(UHI-2/3/4)と連動し、自動排煙することで、常にクリアな視界を保てるようになっている。

THUNDERBEAT **写真5** は本術式が縦隔に垂直に切離することが多いため、先端の20~30%を用いたいわゆるショートピッチで切離することが多い。また、熱損傷に注意を要するので、手技的にはブレードが直接接する場面や、接していなくても近接した臓器には配慮すべきである。

その他に、止血用のエネルギーデバイスに電圧を固定して、Joule熱だけでカット成分を除き組織表面を焼灼止血するようなモードが有用である。これにはESG-400のバイポーラソフトコアグモードを有窓鉗子(WA64120C) **写真6** と組み合わせて用いている。

写真4



写真5



写真6

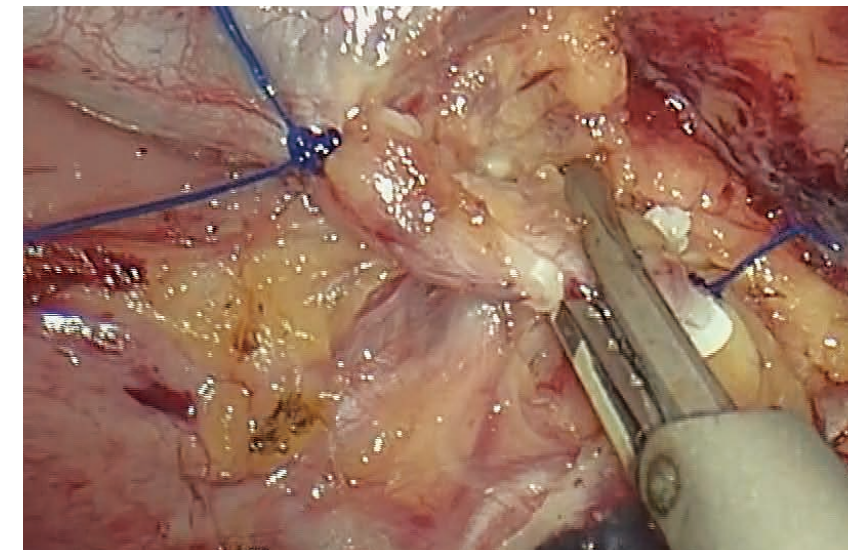


I 奇静脈弓の切離および右気管支動脈

縦隔背側では若干の右高位になるように手術台を回転し、縦隔胸膜を奇静脈に沿って切離する。通常は奇静脈弓を結紮し、クリッピング後に切離する **図3**。背側の結紮糸は切らずに患者の背側体外に誘導牽引すると、上縦隔背側の視野の展開が良い。奇静脈弓が短いときは自動縫合器で切離したり、背側は数本に分けて切離したりして、上大静脈側の結紮糸やクリップが外れることがないように工夫が必要である。

その背側にある右気管支動脈を温存する場合は、テーピングして右気管支と気管に向かう末梢までを十分剥離して温存する。気管左側郭清の際に右気管支動脈を延長する必要があるため、その分枝である第3肋間動脈を切離しなくてはならない。

図3



II 右上縦隔操作

右迷走神経の同定には光学拡大ズームを使うことで、画質の劣化が少ないままに繊細な拡大視観察を行うことができる。熱侵襲による影響を最小限に抑えるため、THUNDERBEATをショートピッチで使うことで、より安全に剥離を進め、通常3本の肺枝を温存し食道噴門枝を切離す [図4]。腕頭動脈右鎖骨下動脈部で右迷走神経から分岐して右鎖骨下動脈を背側に回る右反回神経を同定する。神経系の枝や交路、さらに小さな脈管を丹念に止血しなくてはならず、神経損傷を避けるためにモノポーラ電気メスや超音波凝固切開装置等の使用は制限してきたが、THUNDERBEATの1秒以下の出力による凝固と剪刀による機械的切離の組み合わせにより、出血をコントロールしつつ神経損傷を回避している。また、Active bladeを横に滑らせながら熱を逃がす工夫も有効である。

右反回神経周囲郭清は、右鎖骨下動脈を回った後は周囲から遊離して、周囲リンパ節を含む組織を胸腔内から可能な限り郭清する。最終的に、郭清された組織は肛門側食道に向かって食道切離予定線までモノポーラ電気メスで食道から剥離する [図5]。

図4

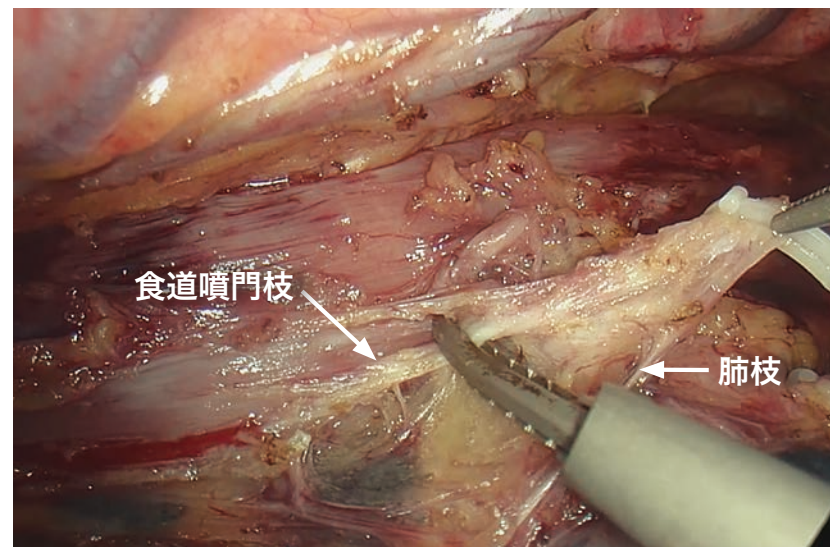
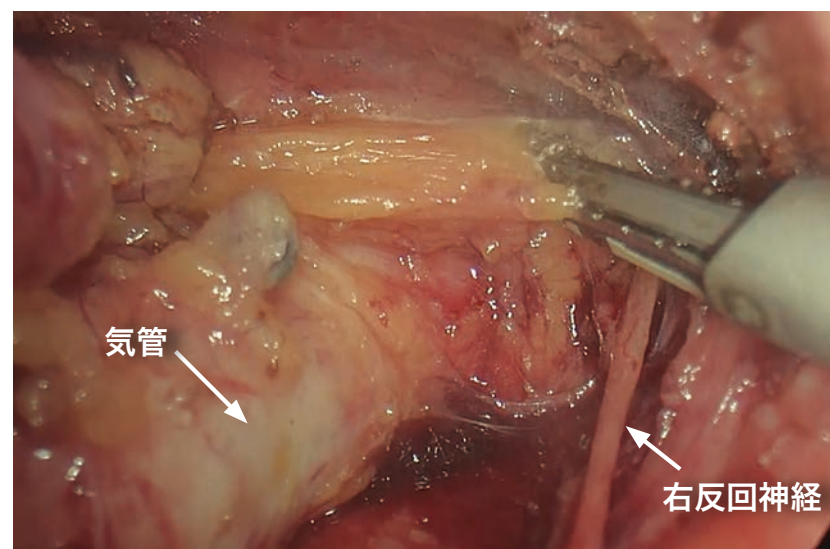


図5



III 左反回神経周囲リンパ節および大動脈弓下リンパ節郭清

食道を腹側に牽引して、食道の背側左側面を大動脈弓および左鎖骨下動脈の血管および胸管から、モノポーラ電気メスかTHUNDERBEATで十分剥離する。胸管はUtと上部Mtの外膜浸潤を有する病変以外は基本的に温存している。次に、食道を背側もしくは左側展開し、左反回神経リンパ節を含む組織を気管左側より遊離する。

次に、オリンパス社製ラチェット付き把持鉗子(縦溝型)にガーゼを巻きつけて、気管分岐部もしくは気管にあてて、それらを手前に転がすように展開して左側上縦隔郭清が可能となる。(いわゆる気管の転がし: [図6])。

気管から左主気管支に沿った結合織を、気管軟骨部に沿って電気メスで鋭的に剥離するが、数ヶ所で小さな気管食道血管(lateral longitudinal anastomosis)に連絡する血管や、左鎖骨下動脈より分岐する左気管食道動脈が存在し出血するので、そこでは反回神経に注意するが気管軟骨に沿って剥離する限りは安全である。左反回神経と目的リンパ節を含む組織が一塊のlymphatic chainとなって食道についたまま引き出される。その中から左反回神経のみ遊離すれば良い。

病変に対する適切な部位で自動縫合器を用いて食道を切離し、気管左側の郭清対象物を気管より剥離する操作を頸部に向けてさらに延長する。口側食道は前胸壁に向けて縫合固定すると頸胸境界部での術野展開は格段に良くなり、郭清に有利である。向かって奥の大動脈および左鎖骨下動脈の血管鞘内に交感神経系の心臓枝を残し、遊離された脂肪組織の中から左反回神経のみを剪刀を用いて鋭的に剥離して、郭清されるべきNo.106recリンパ節がlymphatic chainのまま頸部に向けて郭清する [図7]。

大動脈弓下リンパ節郭清では、まず

図6

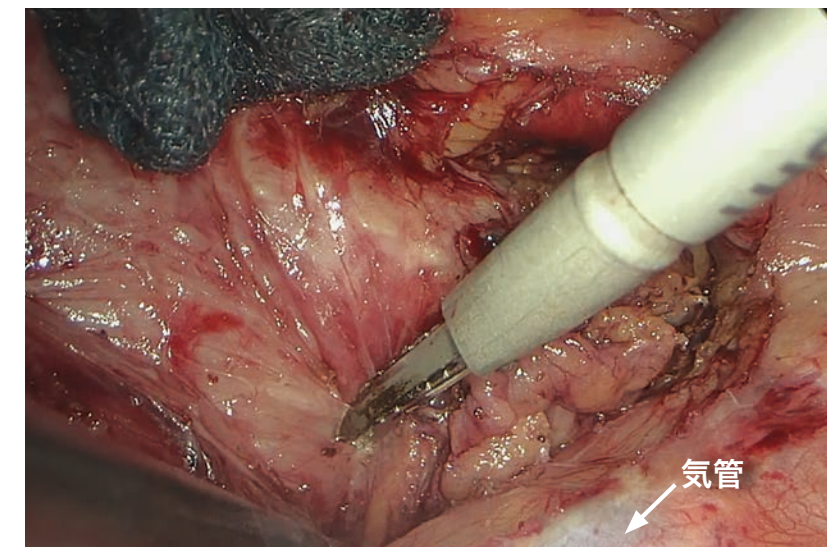
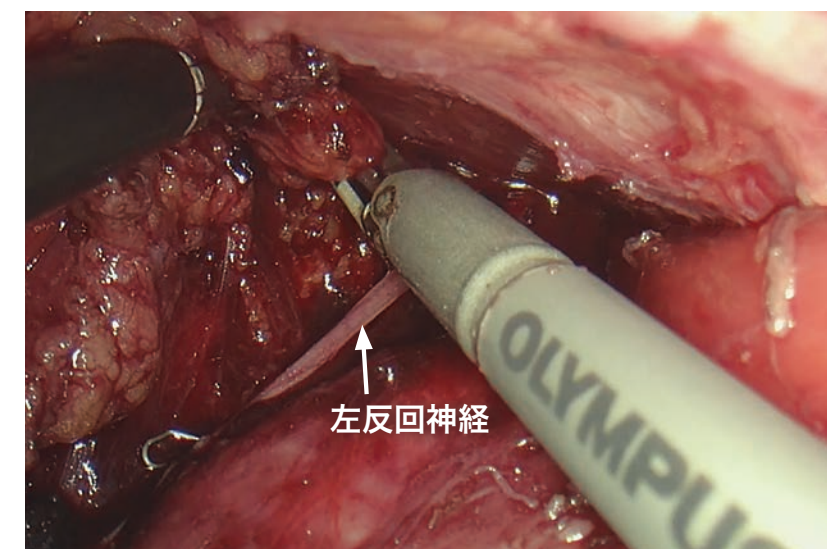


図7



下行大動脈腹側の剥離を、モノポーラ電気メスかTHUNDERBEATを用いて左気管支動脈に注意しながら行う。これを通電することなく剪刀で鋭的に切離し、向かって奥の肺動脈幹の層まで郭清する。左迷走神経の肺枝を確認して、それを温存したところで左迷走神経食道噴門枝をTHUNDERBEATで切離する。この断端を助手に把持してもらい、その向かって奥のNo.109LおよびNo.106tbLのリンパ節郭清を完成させる(図8)。

図8 -1

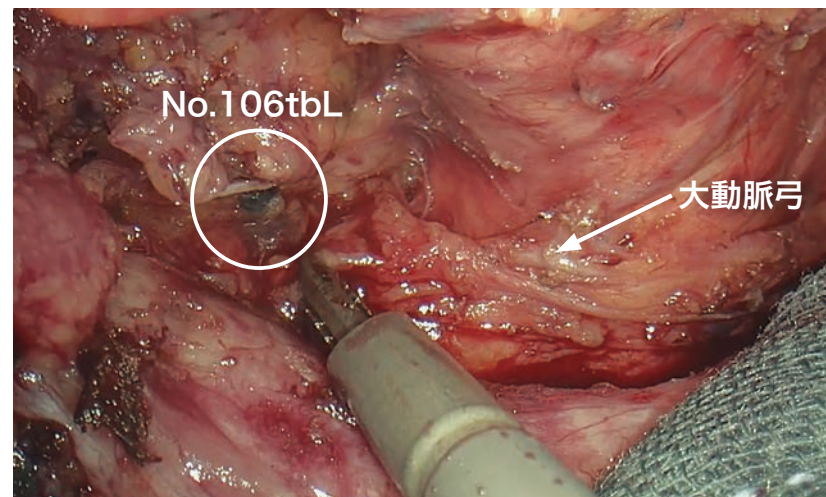


図8 -2

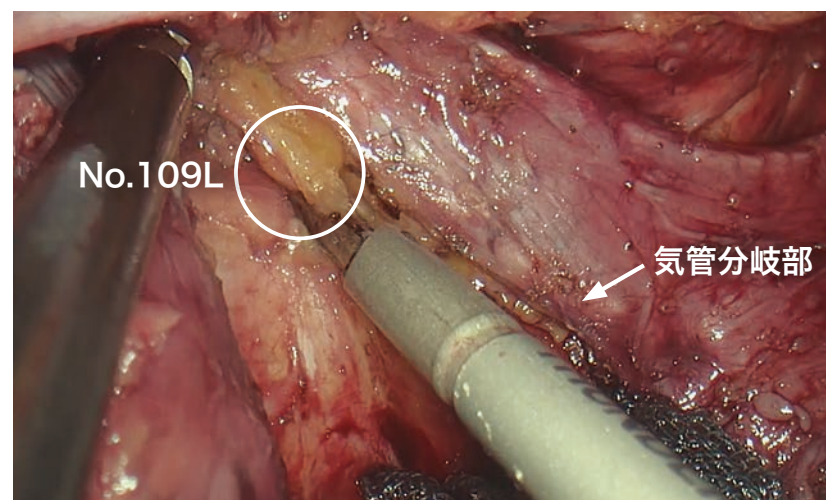
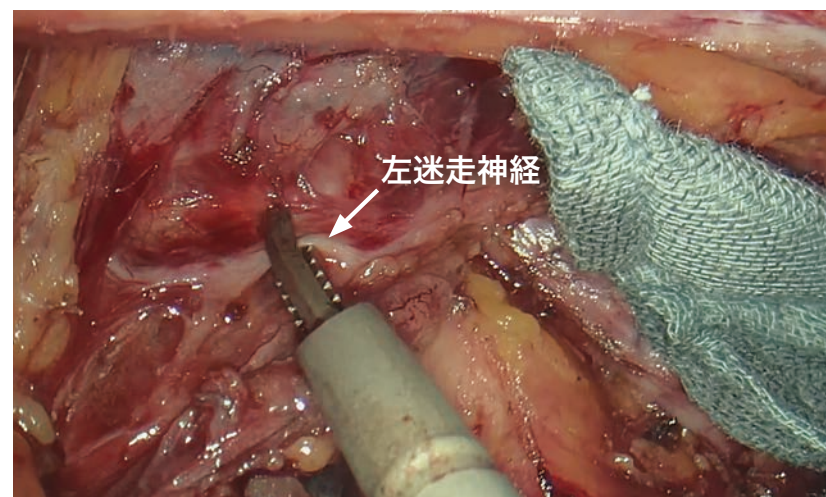


図8 -3

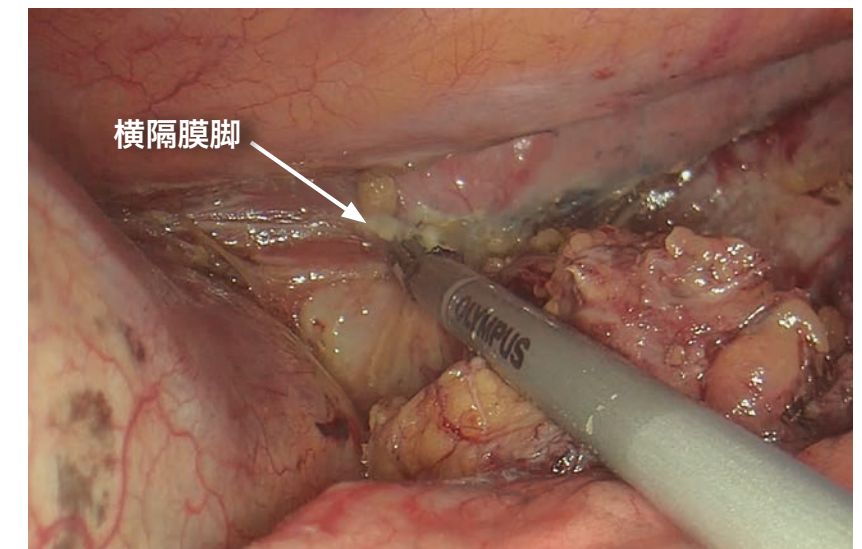


IV 中縦隔および下縦隔操作

確実な止血が求められる気管分岐部のリンパ節郭清はTHUNDERBEATを用いて、右肺門より心嚢面と右気管支に沿った郭清後に、左気管支に沿って左下肺静脈に注意して郭清し、すべて切除側食道につける。

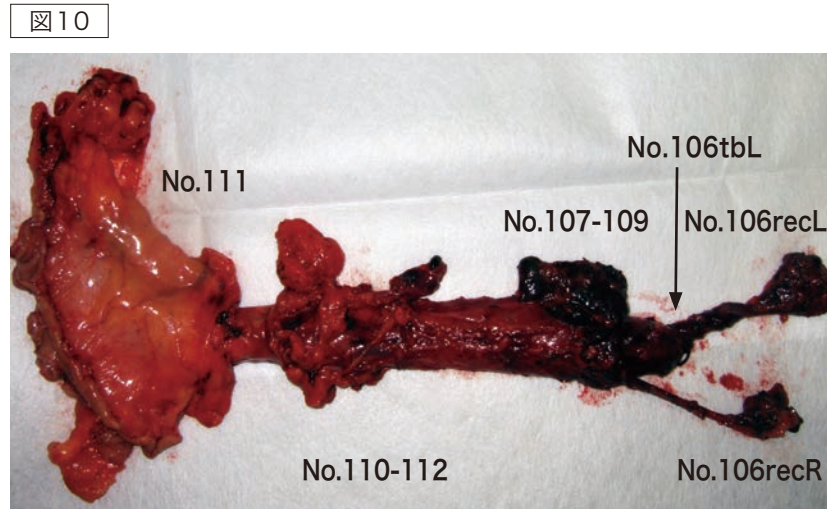
下行大動脈から分岐する固有食道動脈をTHUNDERBEATで切離する。下縦隔では左開胸にして左下肺間膜をTHUNDERBEATで肺に沿って切離し、下大静脈のあるくぼみに存在する脂肪を郭清する。最後に横隔膜上で左脚右脚が露出するところまで横隔膜上リンパ節を郭清する(図9)。

図9



V 胸部操作終了

洗浄後止血を確認する。胸腔ドレーンを第7肋間のポートを利用し、肺尖に向けて挿入する。切除側食道には連結の弱いリンパ節がすべてついているため図10、ビニール袋をかぶせて落下や散布を予防する。後縦隔経路再建のため、口側と肛門側食道断端につけた糸を余裕を持たせて連結し、胃管挙上のための牽引糸とする。ポート部皮膚を閉鎖して胸部操作を終了する。



5 腹臥位鏡視下手術の利点と問題点

従来の左側臥位手術では術野の展開は助手の技量による場所が大きく、また気管や肺の圧排のため特殊機器や助手補助が必要だった。また、2モニター法ではeye-hand coordinationを得るために術者が見るモニターは倒立鏡面像にしなければならなかったため、カメラワークも高度の技量が要求された。さらにそのような状況下では縫合などの操作は困難を極めた。これらの問題点を腹臥位手術は大きく改善することができ、術野の展開も手術の操作性も飛躍的に向上した。浸出液の貯留も、腹臥位では気管左側を除き前縦隔に溜まるので術野はおおむねドライである。さらに左側臥位では、すべての臓器把持が重力に逆らうため、強い把持牽引が必要であったが、腹臥位では軽く手前に引く程度で従来困難だった左側縦隔深部の展開も容易である。しかし、ポートの位置により操作性に困難を感じることもある。また、助手の展開があれば多少の手術時間の短縮が見込めるシーンもあり、改善すべき問題も残されている。術野の展開、特に左側縦隔の展開は左側臥位では得られないものがあるので、根治性に関してリンパ節郭清は開胸標準手術以上の郭清が行えると期待できる。しかし、実際は上縦隔左側では鉗子操作性が

うまくいかず、この部は左側臥位で行うハイブリッド手術を行っている施設もある。術式の定型化には今後の検討を待たねばならない。

また、腹臥位手術の利点の1つとして呼吸器合併症の軽減効果が期待される。理由として、術中はまず肺の圧排等の直接操作がないこと、左側臥位より左肺のコンプライアンスは良いし、分泌物が左肺に流れ込むことが少ないし、4ポートのみで手術を行うため閉鎖腔内で酸素に肺が触れないことや肋間筋の切離が最小限であることも関与しているかもしれない。

さらに、分離肺換気を行わず気胸のみで右肺を虚脱させると(実際は部分換気はされる)、術中術後の呼吸に対する影響も少なく済むし、術野展開の面で気管左側はこれ以上の展開が得られないと思われるほど良い。緊急開胸には対応できるが実際は胸部の上位での開胸は難しく第7もしくは第8肋間開胸にならざるを得ない。この時、出血が緊急開胸の原因ならば、用手的に止血を試みるだけで適切な側臥位体位を作り直して、より上位での直視下の開胸手術ができるようにすべきと思われる。

