

特集 食道癌手術の現状と未来

食道癌に対する胸腔鏡手術

昭和大学医学部外科学講座 (消化器・一般外科部門)

五藤 哲 大塚 耕司 有吉 朋丈
山下 剛史 澤谷 哲央 斎藤 祥
伊達 博三 渡辺 良平 山崎 公靖
青木 武士 村上 雅彦

はじめに

食道癌診療ガイドライン¹⁾からもわかるように、日本における進行食道癌の治療は、その根治性と再発率から、手術は必要不可欠である。しかし、食道癌は悪性度が高い為に、根治手術は頸部、胸部、腹部の3領域を扱う必要があり、他の消化器癌の手術と比較しても侵襲度が高く、術後合併症や、QOLの低下が危惧される。特に、標準術式である開胸開腹による食道癌手術は、開胸および上腹部正中切開による胸壁破壊や術後疼痛からくる呼吸機能低下、高侵襲からくる炎症の遷延化によって、重篤化しやすい。このことから、食道癌根治治療の患者負担を少しでも軽減すべく、さまざまな治療が試みられている。

1992年に米国のRadiation Therapy Oncology Group (RTOG)でランダム化比較試験(RTOG8501)が施行され、食道癌に対する根治的放射線療法が、放射線療法単独に比べて有意に生存率を向上させることが示されてから²⁻⁴⁾、日本でも根治的放射線療法が行われるようになった。

また、手術のアプローチ法も、1992年のPeracchia⁵⁾やCuschieri⁶⁾の胸腔鏡下食道切除術が報告されてから、1994年川原ら⁷⁾が本邦で報告し、開胸手術よりも低侵襲な手術を目指して国内の各施設で導入検討されていった。一口に胸腔鏡手術といっても、各施設が各々の方法を取り入れて、それぞれの利点を活かしながら行われているのが現状である。国内で胸腔鏡下食道切除術が始まった当初は、体位としては開胸式に準じた左側臥位が主流であったが、1994年のCuschieriの報告⁸⁾や2006年Palanivelu

が130例の腹臥位による胸腔鏡下食道切除術を報告した⁹⁾後、2007年宇山が本邦で腹臥位による報告¹⁰⁾をし、徐々に腹臥位が広まっていった。また、左側臥位と腹臥位の双方の利点を生かしたハイブリッド手術も行われている¹¹⁾。さらに近年、より低侵襲な手術を目指して頸部と腹部からのアプローチだけで行う気縦隔を用いた縦隔鏡下食道切除術も報告されている¹²⁾。近年高難度な技術を要する胸腔鏡手術をより安全に、より簡便に行えるようにロボット支援手術が普及し、食道がん手術にも導入されている。

このように、食道癌に対する治療は、根治性を維持しながら、侵襲度の低い、合併症の少ない治療法が多種多様な形で考案されてきた。

当科の特色

当科では、国内でも比較的早く1996年より胸腔鏡下食道切除術を導入した¹³⁾。その特色は、小開胸を置かない完全胸腔鏡である事、チーム手術としてレベルの高い技量が可能で術者育成に適した左側臥位頭側 one monitor 法である事、気胸併用する事で術野拡大、層剥離の補助となっている事、反回神経麻痺予防の工夫として、native tissue preservation technique (NTPT)を考案し実施している事等である^{14,15)}。これらの工夫によって、標準術式の目標とする根治性を保ちながら低侵襲な手術を進めてきた。その結果、年間症例数は、2007年に50例を超え、2016年100例を超えと順調に増え、現在まで1,300例以上を行った。当科での食道癌手術の内視鏡外科手術率はほぼ100%である (Fig. 1)。他施設からの手術見学も多数あり、食道癌に対する胸腔鏡手術の代

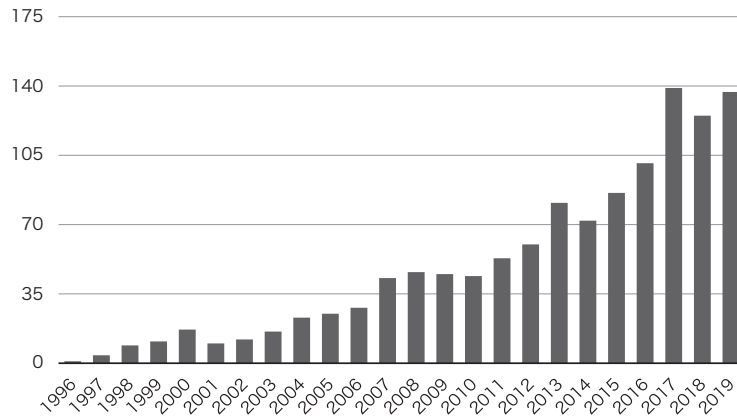


Fig. 1 当院の胸腔鏡下食道癌手術症例数の推移
 1996年から胸腔鏡下手術を導入し、2007年に年間50例を超え2016年には年間100例を超えた。現在まで合計1,200例以上を行い、当科での食道癌手術の内視鏡外科手術率はほぼ100%である。



Fig. 2 左側臥位頭側ワンモニター法
 術者は患者背側、助手は患者腹側に立ち、カメラマンは患者腹側の足側に立つ。モニターは患者頭側に置き、全員同じモニターが見られるようにする。メインモニターの隣（患者背側）にサブモニターを設置。



Fig. 3 ポート配置
 ポートは5ポートで完全胸腔鏡下に行う。術者は背側の2ポート（5 mm）、助手は腹側の2ポート（12 mm）を使用する。スコープ用ポートは横隔膜直上に設置する。

表的施設になっている事は間違いない。当科の胸腔鏡下食道切除術の手技について、説明する。

手術

体位、術野設定

体位は左側臥位、やや頭高位で行う。手術チームは術者、助手、カメラマンの3人で行う。術者は患者背側、助手は患者腹側に立ち、カメラマンは患者腹側の足側、つまり助手の隣に立つ。モニターは患者頭側に置き、全員が同一モニター（視野）が見られるようにする。しかし、助手、カメラマンにはこ

の位置では無理な体勢を強いるので、メインモニターの隣（患者背側）にサブモニターを設置する（Fig. 2）。スコープは5 mm30度斜視硬性鏡を使用し、下縦隔に設置したポートから見上げるように視野展開する。モニター内に移る術野は、画面上方が頭側、下方が足側、右方が腹側、左方が背側であり、手術チームが同一視野で共通認識を持って手術ができる頭側 one monitor 法である。麻酔は基本的



Fig. 4

A: 村上式リンパ節把持鉗子. 5 mm ポート用鉗子で先端で細かく組織を把持できる.

B: 昭和式吸引管. 先端が可変式で圧排もできる手動式吸引管である.

に左片肺換気で行っている. しかし, 分離肺換気用チューブではなく, 気管支ロッカーを使用し, 術中に気管圧排しやすくなるようにしている. 術野の確保, 肺圧排補助, 層剥離補助を目的に人工気胸を併用しており, 胸腔内圧 8 mmH₂O で行い, 術野の surgical smoke を軽減できるエアールインテリジェントシステム[®]を使用している.

ポート配置

ポートは5ポートで, 完全胸腔鏡下に行く. 術者は背側の2ポート (5 mm) を使用し, 助手は腹側の2ポート (12 mm) を使用する. スコープ用ポートは横隔膜上に設置する (Fig. 3).

胸腔鏡操作手順

胸腔内の手技を説明する. 使用するエネルギーデバイスには, フック型電気メスと, LCS である. 使用鉗子の特徴として, 組織を細かくしっかり把持する為に考案した, 村上式リンパ節把持鉗子 (Fig. 4A) を術者左手で使用する. また, 助手は右手の圧排鉗子で肺を圧排し, 左手の吸引管で吸引と同時に, 術野展開も行う. 吸引と圧排が同時に行える昭和式吸引管 (Fig. 4B) を考案し使用している.

1) 奇静脈弓切離, 右反回神経周囲リンパ節郭清 (Fig. 5)

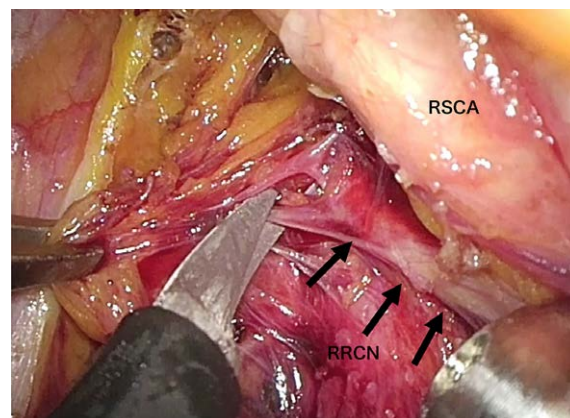


Fig. 5 右反回神経周囲リンパ節郭清

RRCN : right recurrent nerve,

RSCA : right subclavian artery

上中縦隔の右縦隔胸膜を剥離し, 奇静脈弓切離を行う. 奇静脈弓は周囲に細かな分枝があるので, 1本ずつ処理しながら剥離し, クリップとエンドルーブ[®] (Ethicon) で結紮切離する. 右反回神経周囲リンパ節郭清は右迷走神経背側を, 右迷走神経と右鎖骨下動脈が交差する部分から鎖骨下動脈下端に沿って剥離し右反回神経を同定する. 右反回神経を含む層は剥離せず反回神経背側にあるリンパ節郭清を含め

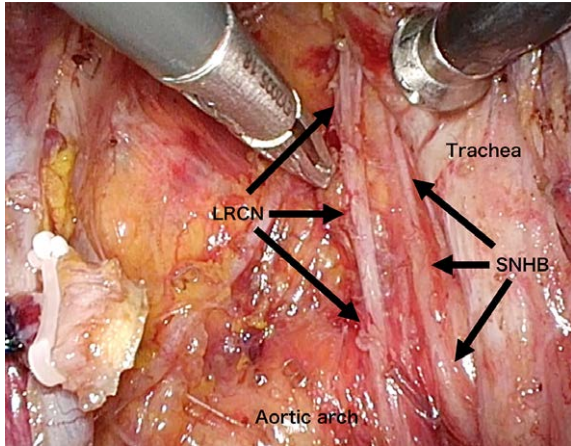


Fig. 6 左反回神経周囲リンパ節郭清
LRCN : left recurrent nerve,
SNHB : sympathetic nerve heart branch

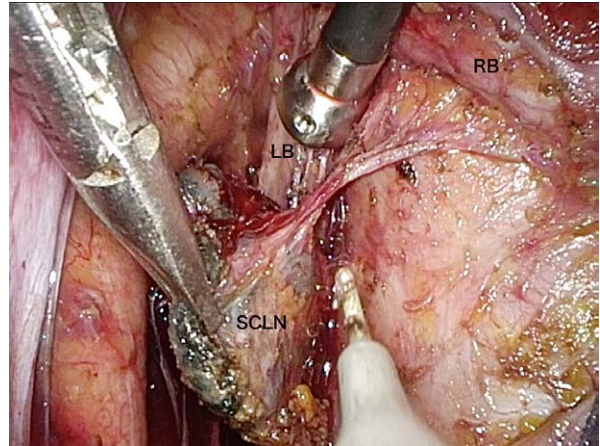


Fig. 7 気管分岐部リンパ節郭清
RB : right bronchi, LB : left bronchi,
SCLN : subcarinal lymph node

た脂肪組織を剥離する NTPT にて郭清する。この時、反回神経からの食道枝を同定し、鉏で切離する。

2) 上縦隔食道剥離，上部食道切離

上縦隔食道剥離時は，胸部上部食道傍リンパ節も郭清する。右気管支動脈は基本的に切離する。上部食道にて食道離断（3列自動縫合器にて）する。食道離断の前に，気管左側の左反回神経周囲リンパ節を含む脂肪組織と気管の剥離を行っておく。

3) 左反回神経周囲リンパ節転移郭清 (Fig. 6)

左反回神経腹側のリンパ節を含む脂肪組織を足側から頭側へ剥離を進めながら，反回神経を露出せず，腹側から背側へ反時計回りに剥離し NTPT にて郭清する。左右ともに，反回神経周囲リンパ節郭清は NTPT を心がける。本法は反回神経の牽引，屈曲，熱損傷を予防し，反回神経麻痺の回避につながると考えている。

4) 中下縦隔リンパ節郭清

右下肺間膜の剥離，中下縦隔胸膜右側に切離ラインを入れる。下縦隔は特に，気胸することで横隔膜が足側に圧排されて，術野が容易に拡大し良好な視野を得ることが出来る。右横隔膜脚の剥離から，横隔膜上リンパ節の剥離へ進み，食道腹側の剥離を下縦隔から中縦隔気管分岐部まで進める。また，食道背側は，胸部大動脈周囲リンパ節も郭清しながら下縦隔から中縦隔へ剥離を進める。

5) 気管分岐部リンパ節郭清 (Fig. 7)

気管分岐部下方のリンパ節群を，肺動脈，気管分

岐部から剥離していく。

6) 中下縦隔食道左側リンパ節郭清，食道剥離

最後に，食道を足側へ牽引しながら食道左側を中縦隔から下縦隔方向へ剥離していく。この際，左下肺間膜リンパ節，胸部大動脈周囲リンパ節の左側を郭清して行く。左横隔膜脚が確認できたら，終了とする。

7) ドレーン挿入

胸腔ドレーンは，胸腔鏡の利点である胸壁出血のリスクが少ないことや，疼痛コントロールの観点から，10 Fr brake[®]ドレーン (ETHICON) を 10 cm の長さで胸腔内に挿入する。

腹部操作

腹部は胃周囲リンパ節郭清と食道摘出，垂全胃管作成を行う。皮膚切開は，腹部創の疼痛軽減の観点¹⁶⁾から，上腹部約 7～8 cm の横切開を置き，術者左手の挿入と，臍部，左側腹部 2 か所の計 3 か所に 5 mm ポートを挿入し，HALS (用手補助下腹腔鏡手術) で行う (Fig. 8)。初めに直視下に胃の大網と小網の切離を行い，腹腔鏡補助下に胃周囲リンパ節郭清，食道裂孔から腹腔側に切除した食道を引き出して摘出する。

頸部操作

頸部はリンパ節郭清が必要の際は，U 字切開を皮膚割線に沿って行い，両側頸部リンパ節郭清と，頸部食道胃管吻合を行う。また，頸部リンパ節郭清後は，両側頸部に 10 Fr brake[®]ドレーン (ETHICON) を挿入する (Fig. 9)。



Fig. 8 用手補助下腹腔鏡下胃管作成，腹部リンパ節郭清上腹部に約7～8cmの横切開を置き，術者の左手を挿入し，臍部，左側腹部に計3か所の5mmポートを挿入し，腹腔鏡補助下で行う。

胸腔鏡下食道癌手術の現状と未来

進行食道癌に対する根治手術は，開胸開腹による頸部胸部腹部のリンパ節郭清を含めた手術が推奨され，標準治療とされてきた。これにより食道癌の治療成績が向上してきたが，胸腔内の徹底したリンパ節郭清が必要とされる為，高難度で高侵襲な手術でもある。この為，術後人工呼吸器管理は数日から1週間かかり，ICU滞在日数も1週間前後で，術後リハビリや経口摂取開始時期も10日前後を要する事が多い。術後合併症として，肺炎，縫合不全，反回神経麻痺などが代表的であるが，その割合は決して少なくなく，術後集中治療管理や，合併症予防のために，術中経腸栄養チューブ挿入や，気管吸引痰用チューブ挿入など挿入物が多くなるのが一般的であり，患者抑制が強くなる傾向がある。患者・医療者の両方にとってストレスの多い手術でもある。

このような状況を打開するべく，根治性を担保した，侵襲度の低い合併症の少ない治療法という目的で，胸腔鏡下食道癌手術が1990年代に始まった。国内ではこの25年で徐々に増加し，年間2,000例を超えるようになり，全国的にも普及しつつある(Fig. 10)¹⁷⁾。その評価としては，胸壁破壊の軽減に



Fig. 9 頸部手術創

U字切開を皮膚割線に沿って行い，両側頸部リンパ節郭清と，頸部食道胃管吻合を行う。両側頸部に10 Fr brake[®]ドレーン (ETHICON) を挿入する。

よる呼吸器合併症の軽減，出血量の減少を利点とした報告¹⁸⁻²⁰⁾がある一方，手術時間は開胸手術より延長し^{18,19)}，侵襲度は開胸手術と変わらないとする報告²¹⁾も出ている。根治性の評価として，3生率は変わらず，長期予後を導くのは困難とする報告¹⁸⁾もある。Takeuchiら²²⁾による本邦のNCDデータを用いた開胸手術と胸腔鏡手術の比較解析では，開胸手術に比べて縫合不全なども含めた全合併症発生率が有意に胸腔鏡手術で高く，術後再手術率も高いと報告している。しかしながら，NCDデータによる解析は，胸腔鏡手術症例が普及し始めた時期での検討である為，施設によって短期治療成績に相当なバラツキがあったと考えられる。このデータからもわかる様に，開胸手術同様に，胸腔鏡手術も高難度で，手技の習得には時間がかかる事が理解できる。

本主義としての learning curve が安定するには，20～40例が必要とする報告²³⁾が多いが，食道癌の症例数から考えても，年間20例以上の食道癌手術症例がある施設は多くはない。High Volume Centerであれば，手技の習得も早く，合併症の軽減も可能であると考えられる。当科の気胸併用左側臥位胸腔鏡下食道全摘術も，根治性を維持しながら，侵襲度の低い，合併症の少ない治療法を模索しながら発展してきた。上述の様な手術手技の工夫もさることながら，合併症を減らすため，また術者育成のために，手術手順を統一し，使用するデバイスも統一した。統一モニターでの手術による共通認識も術者育

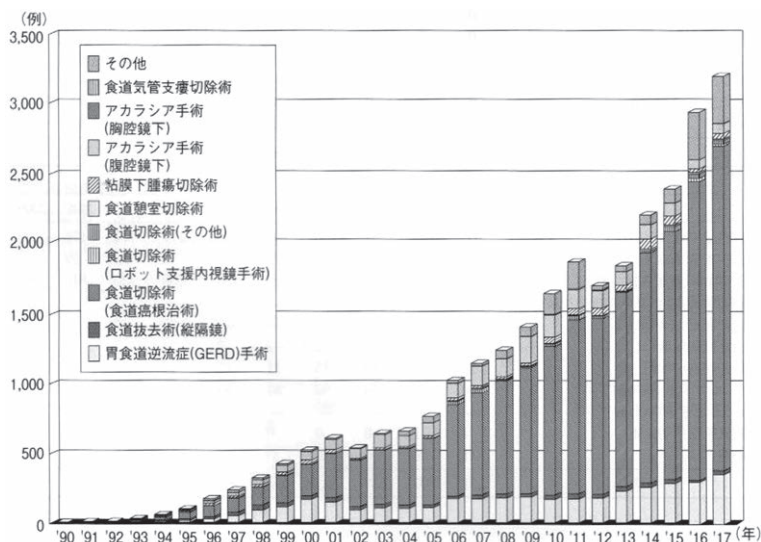


Fig. 10 食道内視鏡外科手術の術式別症例数推移
(日本内視鏡外科学会によるアンケート調査結果)

※内視鏡外科手術に関するアンケート調査 第14回集計結果報告. 日内視鏡外会誌. 2018;23:763-765.



Fig. 11 内視鏡外科手術手技マニュアル (昭和大学 消化器・一般外科 作成)

成の利点である。手術以外の合併症予防の工夫として、術直後の抜管、最小限の挿入物、早期リハビリ、早期経口摂取等を当初より心がけて来た。また、術者教育として、手術手技マニュアルの作成 (Fig. 11), case record や術後ビデオカンファレンスなどによる振り返り、場面毎の手術教育等を行

い、現在、内視鏡外科技術認定医を持つ指導医3名、手術を完遂できる術者5名を有するまでになり、国内の High Volume Center として確立された。当科での手術時間、出血量は、本邦の NCD データを用いた開胸手術と胸腔鏡手術の比較解析と比較しても開胸手術を卓越するものであり、術後合

食道癌に対する胸腔鏡手術

Table 1 NCDを用いた開胸食道癌手術と胸腔鏡下食道癌手術の術中術後因子の比較および当院の胸腔鏡下食道癌手術の比較

※	OE	MIE	Showa univ MIE (2013-2018) n = 604
Mean operating time (min)	461	526	348.1
Mean bleeding (ml)	608	442	165.6
Recurrent laryngeal nerve palsy (%)	8.1	10.3	4.7
Pneumonia (%)	15.2	13.9	7.8
Reoperation within 30days (%)	5.3	7.0	1.0

OE : open esophagectomy, MIE : minimally invasive esophagectomy
 ※Takeuchi H. *et al.* Comparison of Short-Term Outcomes Between Open and Minimally Invasive Esophagectomy for Esophageal Cancer Using a Nationwide Database in Japan. *Ann Surg.* 2017;24:1821-1827.

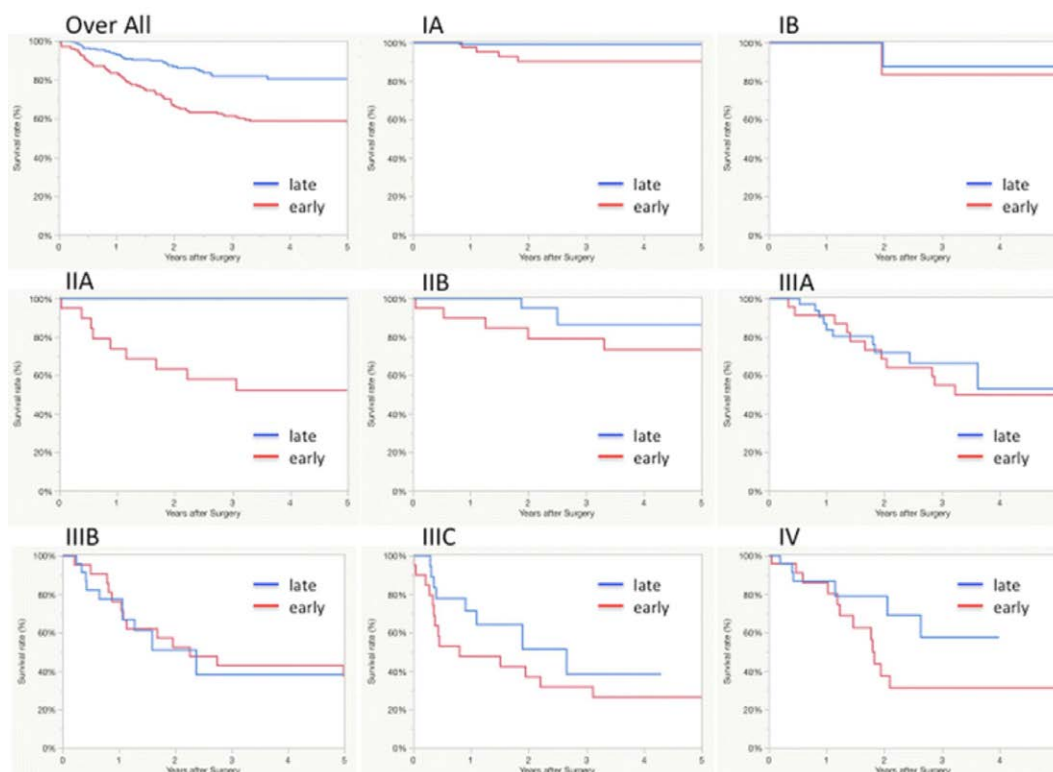


Fig. 12 胸腔鏡下食道癌根治術後5年生存率
 (於：昭和大学 消化器・一般外科)

※Murakami M, *et al.* Thoracoscopic and hand assisted laparoscopic esophagectomy with radical lymph node dissection for esophageal squamous cell carcinoma in the left lateral decubitus position: a single center retrospective analysis of 654 patients. *BMC Cancer.* 2017;17:748.

併症率も極めて低率である (Table 1). 5年生存率も全国平均に劣るものではない (Fig. 12). われわれの胸腔鏡下食道癌手術は、当初の目的である根治

性を維持しながら、侵襲度の低い、合併症の少ない治療法として確立しつつある手法であり、今後更なる進化を遂げる可能性がある手法と考えられる。

文 献

- 1) 日本食道学会編. 食道癌診療ガイドライン. 2017年版. 東京: 金原出版; 2017.
- 2) Herskovic A, Martz K, al-Sarraf M, *et al.* Combined chemotherapy and radiotherapy compared with radiotherapy alone in patients with cancer of the esophagus. *N Engl J Med.* 1992; **326**:1593-1598.
- 3) al-Sarraf M, Martz K, Herskovic A, *et al.* Progress report of combined chemoradiotherapy versus radiotherapy alone in patients with esophageal cancer: an intergroup study. *J Clin Oncol.* 1997; **15**:277-284. Erratum in: *J Clin Oncol.* 1997; **15**:866.
- 4) Cooper JS, Guo MD, Herskovic A, *et al.* Chemoradiotherapy of locally advanced esophageal cancer: long-term follow-up of a prospective randomized trial (RTOG 85-01). Radiation Therapy Oncology Group. *JAMA.* 1999; **281**:1623-1627.
- 5) Peracchia A, Ancona E, Ruol A, *et al.* Use of mini-invasive procedures in esophageal surgery. *Chirurgie.* 1992; **118**:305-308.
- 6) Cuschieri A, Shimi S, Banting S. Endoscopic oesophagectomy through a right thoracoscopic approach. *J R Coll Surg Edinb.* 1992; **37**:7-11.
- 7) 川原英之, 桜井孝志, 捨田利外茂夫, ほか. 食道癌に対する胸腔鏡下食道亜全摘術. 手術. 1994; **48**:790-794.
- 8) Cuschieri A. Thoracoscopic subtotal oesophagectomy. *Endosc Surg Allied Technol.* 1994; **2**: 21-25.
- 9) Palanivelu C, Prakash A, Senthilkumar R, *et al.* Minimally invasive esophagectomy: thoracoscopic mobilization of the esophagus and mediastinal lymphadenectomy in prone position--experience of 130 patients. *J Am Coll Surg.* 2006; **203**:7-16.
- 10) 宇山一朗, 櫻井洋一, 小森義之, ほか. 鏡視下食道癌手術そのノウハウ 気胸併用腹臥位(腹這い左半側臥位)による胸腔鏡下食道癌手術. 日臨外会誌. 2007; **68**:344.
- 11) 竹内裕也, 大山隆史, 才川義朗, ほか. 手術台ローテーションを利用した hybrid 胸腔鏡下食道切除術 縦隔リンパ節郭清のコツ. 臨外. 2009; **64**:1647-1653.
- 12) Fujiwara H, Shiozaki A, Konishi H, *et al.* Hand-assisted laparoscopic transhiatal esophagectomy with a systematic procedure for en bloc infracarinal lymph node dissection. *Dis Esophagus.* 2016; **29**:131-138.
- 13) 村上雅彦, 加藤貴史, 町田 健, ほか. 胸腔鏡下食道亜全摘術 (VATS-E). 手術. 2001; **55**: 1717-1722.
- 14) 村上雅彦, 大塚耕司, 五藤 哲, ほか. 左側臥位1モニタ法(気胸併用). 手技のコツと有用性. 手術. 2011; **65**:1591-1595.
- 15) Murakami M, Otsuka K, Goto S, *et al.* Thoracoscopic and hand assisted laparoscopic esophagectomy with radical lymph node dissection for esophageal squamous cell carcinoma in the left lateral decubitus position: a single center retrospective analysis of 654 patients. *BMC Cancer.* 2017; **17**:748. (accessed 2017 Nov 10) https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5681806/pdf/12885_2017_Article_3743.pdf
- 16) 花上 仁, 黒澤 努, 宮川貞昭, ほか. 上腹部手術における術後呼吸機能障害 横切開と正中切開の比較. 日消外会誌. 1985; **18**:725.
- 17) 渡邊昌彦, 猪股雅史, 明樂重夫, ほか. 内視鏡外科手術に関するアンケート調査 第14回集計結果報告. 日内視鏡外会誌. 2018; **23**:763-765.
- 18) Osugi H, Takemura M, Higashino M, *et al.* A comparison of video-assisted thoracoscopic oesophagectomy and radical lymph node dissection for squamous cell cancer of the oesophagus with open operation. *Br J Surg.* 2003; **90**: 108-113. Erratum in: *Br J Surg.* 2003; **90**:764.
- 19) Komine O, Tanaka Y, Kawashima Y, *et al.* Short-term postoperative superiority and 5-year follow-up outcomes of video-assisted thoracoscopic esophagectomy for treatment of esophageal carcinoma: a historical comparison with conventional open esophagectomy under a single experienced surgeon. *Esophagus.* 2014; **11**:54-63.
- 20) Kubo N, Ohira M, Yamashita Y, *et al.* The impact of combined thoracoscopic and laparoscopic surgery on pulmonary complications after radical esophagectomy in patients with resectable esophageal cancer. *Anticancer Res.* 2014; **34**:2399-2404.
- 21) 竹村雅至, 大杉治司, 木下博明, ほか. 手術侵襲よりみた胸腔鏡下食道切除術の評価. 日内視鏡外会誌. 2000; **5**:252-256.
- 22) Takeuchi H, Miyata H, Ozawa S, *et al.* Comparison of short-term outcomes between open and minimally invasive esophagectomy for esophageal cancer using a nationwide database in Japan. *Ann Surg Oncol.* 2017; **24**:1821-1827.
- 23) Osugi H, Takemura M, Higashino M, *et al.* Learning curve of video-assisted thoracoscopic esophagectomy and extensive lymphadenectomy for squamous cell cancer of the thoracic esophagus and results. *Surg Endosc.* 2003; **17**: 515-519.