

原発性肺癌 cStageIA に対する胸腔鏡補助下と 完全胸腔鏡下肺葉切除術の比較検討

山下芳典¹・向田秀則¹・森谷知恵²・
江川博彌²・金子真弓³

要旨 — **目的.** 10 cm 前後の開胸創に開胸器をかけ、胸腔鏡はライトガイドとして使用した胸腔鏡補助下肺葉切除術 (A 群) と、4 cm の小開胸創には開胸器は用いず完全モニター下で施行した完全鏡視下肺葉切除術 (P 群) を retrospective に比較する。 **対象と方法.** 対象は非小細胞肺癌 cStage IA で、A 群 42 例、P 群 38 例では、上葉の場合は上縦隔の、下葉では気管分岐部のリンパ節郭清を原則とした。両群ともに同様な手術操作とし、軟性鏡、バイポーラシザーズを使用した。 **結果.** P、A 群の順に平均値 (検定結果) で結果を示す。手術時間 248 分、202 分 ($p=0.0001$)、出血量 146 g、263 g (n.s.)、在院日数 8.0、15.0 日 ($p<0.0001$) であった。リンパ節の郭清個数は、上縦隔リンパ節で 11 個、7.2 個、分岐部リンパ節で 4.7 個、4.8 個と同等であった。合併症は、5 例の 13.2%、11 例の 26.2% に発症し、その中では遷延性肺癆が 3 例の 7.9%、5 例の 11.9% であった。術後創部痛によるボルタレン座薬TM の使用量は 15 mg、45 mg ($p<0.001$) であった。両群とも在院死亡、術後直接死亡は認めず、2 年生存率には差を認めていない。 **結語.** P 群では胸壁への低侵襲化により術後創部痛は軽減した。手技上の工夫により操作性と安全性が確保されたが、さらに呼吸器外科を標榜する施設で普遍的に施行可能な術式が望まれる。(肺癌、2006;46:337-343)

索引用語 — 原発性肺癌、胸腔鏡下肺葉切除術、手術侵襲

Retrospective Comparison of Clinical Outcomes of Thoracoscopy-assisted and Completely Thoracoscopic VATS Lobectomy for Stage IA Primary Lung Cancer

Yoshinori Yamashita¹; Hidenori Mukaida¹; Chie Moritani²;
Hiromi Egawa²; Mayumi Kaneko³

ABSTRACT — **Objective.** VATS lobectomy is not a standard operative procedure for lung cancer at present because there are various technical approaches and evaluation methods of VATS lobectomy. Therefore, we retrospectively compared clinical outcomes of thoracoscopy-assisted and completely thoracoscopic VATS lobectomy for primary lung cancer. **Methods.** We treated 80 cases with clinical Stage IA lung cancer with VATS lobectomy with lymphadenectomy. Of these, 42 were performed using a thoracoscopic light guide of through a 10-cm thoracotomy with a rib retractor, from June, 1999 to October, 2005 (group A: thoracoscopy-assisted). In 38 cases, we only watched the monitor without a rib retractor to reduce operative stress on the chest wall from April, 2003 to December, 2005 (group P: completely thoracoscopic procedure). Surgery in both groups was carried out basically in the same way except the difference related to the level of VATS lobectomy. In both groups, dissection of upper mediastinal nodes was performed in cases with upper lobectomy and that of subcarinal nodes was performed in cases with lower lobectomy. In cases of

広島市立安佐市民病院 ¹外科, ²内科, ³病理。
別刷請求先: 山下芳典, 広島市立安佐市民病院外科, 〒731-0293
広島市安佐北区可部南二丁目1番1号 (e-mail: yosy.811kob@k3.dion.ne.jp).

Departments of ¹Surgery, ²Internal Medicine, ³Pathology, Hiroshima City Asa Hospital, Japan.

Reprints: Yoshinori Yamashita, Department of Surgery, Hiroshima City Asa Hospital, 2-1-1 Kabeminami, Asakita-ku, Hiroshima 731-0293, Japan (e-mail: yosy.811kob@k3.dion.ne.jp).

Received March 3, 2006; accepted June 19, 2006.

© 2006 The Japan Lung Cancer Society

right middle lobectomy, both nodes were dissected. In group P, various devices and ideas were employed with access to improve technical maneuvers and safety. A 4-cm thoracotomy was made and three ports were inserted to complete the surgery via a flexible thoracoscope. **Results.** Operation time was 248 minutes in group P, which was significantly longer than the 202 minutes in group A ($P=0.0001$). Blood loss was 146 gram versus 263 gram, which was not significantly different between the two groups. Numbers of dissected upper mediastinal nodes were 11.0 in group P versus 7.2 in group A, respectively. Numbers of dissected subcarinal nodes were 4.7 in group P versus 4.8 in group A, respectively. There was no significant difference between the two groups. Length of hospital stay, total amount of chest tube drainage, and dose of suppository pain killer (diclofenac sodium) were 8.0 days in group P versus 15.0 days in groups A ($P<0.0001$), 746 ml in group P versus 1015 ml in groups A ($P=0.031$), and 15 mg in group P versus 45 mg, in groups A ($P<0.001$), respectively. They were significantly less in group P compared with those in group A. Three cases (7.9%) were converted to open thoracotomy in group P because of technical reasons in two cases and injury to the pulmonary artery in one case. Postoperative morbidity was observed in 5 cases (13.2%) in group P versus 11 cases (26.2%) cases in group A, respectively. Prolonged air leakage was similarly observed in 3 cases (7.9%) in group P versus 5 cases (11.9%) in group A, respectively. Three patients with chest pain required consultation with anesthesiologists in group A. No operative or hospital death was seen in either group. The 2-year survival rate was 87.7% in group P and 90.5% in group A. **Conclusion.** Minimum operative stress on the chest wall achieves reduction of chest pain after completely thoracoscopic VATS lobectomy. Establishment of a standard procedure is anticipated for future randomized control trials to provide objective evidence and revise the Japanese Guidelines of lung cancer treatment, in which VATS lobectomy still only has a grade C recommendation. (*JJLC*. 2006;46:337-343)

KEY WORDS — Primary lung cancer, VATS lobectomy, Operative stress

はじめに

近年、外科領域のあらゆる分野において小さな創から低侵襲下に施行することのできる鏡視下手術が浸透してきた。呼吸器外科においては原発性肺癌に対しても胸腔鏡を併用したリンパ節郭清を伴う肺葉切除術（以下、VATS lobectomy）が一部の呼吸器外科を専門とする施設で行われるようになった。しかしながら、本邦では侵襲の程度が異なるさまざまな術式がそのVATS lobectomyの範疇に含まれ、総称的に使用されているのが現状である。その手技や、適応は実に多様であり、予後への影響、操作性、安全性やリンパ節郭清など問題点は多く、実地臨床における原発性肺癌に対する標準術式とはなりえていない。そこで本稿では、胸壁に対し最も低侵襲と考えられるリンパ節郭清を伴う完全鏡視下肺葉切除術の手技上の工夫について触れ、開胸創から直視で行う胸腔鏡補助下肺葉切除術と比較検討したので報告する。

対象と方法

われわれは1999年6月より2005年10月までに、10 cm前後の皮切を加え、開胸器をかけ、主として胸腔鏡をライトガイドとして直視下に胸腔鏡補助下肺葉切除術（assisted VATS lobectomy, 以下 A 群）を42例施行した。一方、2003年4月から2005年12月までにcStage

IAの非小細胞肺癌38例を対象として、完全にモニターだけ見て操作する完全鏡視下肺葉切除術（pure VATS lobectomy, 以下 P 群）を施行した。すなわち2003年4月以降は術前に2群の説明を患者に行い患者の希望により各群に振り分けられており、A群の中には10例の希望者が含まれた。手術は2名の呼吸器外科医により施行された。両群の背景因子はTable 1に示す。いずれの群も適応は1 cm以下のGGA（ground glass attenuation）を呈するものを除くcT1N0M0 Stage IAの非小細胞肺癌である。リンパ節郭清は上葉切除の場合は上縦郭を、下葉切除の場合は気管分岐部のリンパ節を重点的に郭清するND1+ α を基本とし、中葉切除の場合はND2aとした。さらに、迅速病理により肺門、縦隔リンパ節転移が証明されれば鏡視下にて郭清を追加しND2aとした。

全麻分離肺換気下に軟性鏡（フジノン EL2-TF410 またはオリンパス LTF TypeV3）をドレーン挿入部を想定した第8~9肋間中腋窩線上から挿入した。A群では開胸創の追加のみである。以下、P群の手技について説明する。4 cmの小開胸創は上葉切除、中葉切除の際には前腋窩線上の4肋間に、下葉切除の際には中腋窩線上の5肋間に、他に5~10 mmの3つのポート孔が設けられた。小開胸創では前鋸筋を開排し肋間筋は切離するが、開胸器はかけずウーンドリトラクター™（メディカルリーダー）を用いて胸壁を保護した。原則として術者は患

Table 1. Characteristics of Patients

	group P	group A	P value *
Number of cases	38	42	
Age †	66.2 (33-79)	64.6 (40-81)	n.s.
Male/Female	12/26	22/20	n.s.
Lobectomy			
Right Upper	16	15	} n.s.
Middle	2	2	
Lower	9	9	
Left Upper	5	7	
Lower	6	9	
pStage			
IA	29	27	} n.s.
IB	1	3	
IIA	1	2	
IIB	0	1	
IIIA	4	4	
IIIB	0	2	
IV	0	1	
Pulmonary metastasis ‡	3	2	

n.s.: not significant, *: χ^2 test, †: values show averages (range), ‡: pathological diagnosis after surgery

者の腹側へ立ち、A群と同様な操作となるように、右手は小開胸創よりバイポーラシザーズを操作し、左手は5mmのポート孔より操作可能な把持力の強い胸腔鏡用のドベーカー™の鑷子(スキャンラン)を持った。助手は10mmのポート孔からソラココットン™(ケンツメディコ)を挿入し、視野を展開した。その他には、ポリ塩化ビニル製の透明吸引管を鈍的剝離に用いたり、安全性と簡便性を配慮し絹糸と連絡したペンローズドレーンを被膜下処理した血管の裏面を通した後、自動縫合器の先端を被覆して使用した。胸腔内から切除肺葉を容易に取り出すため、回収用の袋には収容しなかった。その際、播種を防止するために、エンドポーチII™(タイコヘルスケアジャパン)を用いて小開胸創の胸腔側から受けることにより胸腔内へ血液が落ち込まないように配慮している。

上縦隔、気管分岐部のリンパ節郭清の際には、温存した奇静脈や迷走神経は短く切ったvesselテープで把持し牽引用とした。縦隔胸膜や切除予定の下葉気管支をエンドクロス™(タイコヘルスケアジャパン)で腹側へ牽引し、開胸下と劣らないような視野を確保するように工夫した。

2群間の比較は、手術時間、術中出血量、胸腔ドレーン留置期間、胸腔ドレーンからの総排液量、術後入院期間、術後1週間までに創部痛のために使用された鎮痛剤diclofenac sodium(ボルタレン座薬™)の使用状況、術後に注射用鎮痛剤が使用された症例数、上縦隔および気

管分岐部のリンパ節郭清個数、開胸への移行、術後合併症、在院死亡、術後直接死亡、および2年生存率にて行った。ドレーン抜去の条件はair leakageを認めず300ml/日以下の漿液性の排液とした。術後の創部痛に対しては、鎮痛剤diclofenac sodium 25mgを第1選択として、追加の処置が必要な場合は主治医の判断で注射用鎮痛剤であるpentazocine 15mgを筋肉注射した。退院は術後創部痛がコントロールされ、呼吸状態が安定し家庭での生活が可能となった時期とした。統計学的有意差の検定には、 χ^2 test, Mann-Whitney testを用いた。生存率は他病死を含む全死因を死亡としてKaplan-Meier法を用いて算出しlogrank testにより検定した。いずれの検定においても $P < 0.05$ を有意とした。

結 果

A群とP群の成績の比較をTable 2に示す。P群のうち、左上葉切除術の3例の7.9%が標準開胸へ移行した。原因はリンパ節転移の肺動脈浸潤による剝離困難によるもの2例、肺動脈の損傷1例であった。P群では平均手術時間248分とA群の202分に比べ有意に長かったが、平均出血量は少ない傾向であった。胸腔ドレーン抜去までの期間には差はなかったが、ドレーンからの総排液量はP群で746mlとA群の1015mlに比べ有意に少なかった。術後平均在院日数はP群で8.0日とA群の15.0日に比べ有意に短縮した。

術後合併症の比較をTable 3に示す。P群では、3例に

Table 2. Comparison of Clinical Indicators

	group P	group A	P value (Mann-Whitney U)
Average of			
operation time (min.)	248	202	0.0001
blood loss (g)	146	263	n.s.
duration of chest drainage (days)	3.8	4.1	n.s.
total amount of chest drainage (ml)	746	1015	0.031
postoperative hospital stay (days)	8.0	15.0	< 0.0001
dose of suppository painkiller * (mg)	15	45	< 0.001
injection of painkiller (cases)	0	7	
number of dissected lymph nodes			
upper mediastinum	11.0	7.2	n.s.
subcarinal	4.7	4.8	n.s.
Conversion to thoracotomy (%)	3 cases (7.9)	0	

n.s.: not significant, *: diclofenac sodium (Voltaren™)

Table 3. Comparison of Postoperative Morbidity and Mortality

	group P		group A	
Morbidity (%)	Prolonged air leakage *	3 (7.9)	Prolonged air leakage	5 (11.9)
	Postoperative chest pain †	0	Postoperative chest pain	3 (7.1)
	TIA	1 (2.6)	Pneumonia	2 (4.8)
	Chylothorax	1 (2.6)	Bleeding	1 (2.4)
	Total	5 (13.2)		11 (26.2)
Operative death by 30 days	0		0	
Hospital death	0		0	

*: > 7 days, †: epidural control, TIA: transient cerebral ischemic attack

遷延性肺瘻, 1例に乳糜胸, 1例に一過性虚血性脳発作 (TIA) を認め, 術後合併症は5例の13.2%に認められた。これらはA群に比べ低い傾向であったが, 有意差は認めなかった。両群に手術直接死亡および在院死亡は認められなかった。術後の創部痛に対して, P群で注射用の鎮痛剤 pentazocine が使用された症例がなかったのに対し, A群では7例(16.7%)に対して施行された。また, P群では術後1週間以内に使用された鎮痛剤 diclofenac sodium が使用されたのは38例中の14例(36.8%)で, その使用量は平均15mgであった。一方A群では42例中29例(69.0%)であり, 平均45mgでありP群に比べ有意に多かった。また, A群の3例は麻酔科にコンサルトされ硬膜外チューブが挿入されたが, P群の症例には認められなかった。P群の観察期間は短いが2年生存率の87.7%に対し, A群の2年生存率は90.5%であり, 両群間の生存率に有意差は認められなかった (Figure 1)。

考 察

原発性肺癌に対する VATS lobectomy の適応に関して, 積極的適応と消極的適応があり当科でも双方の適応があるが, 今回は前者の立場から cT1N0M0 Stage IA の非小細胞肺癌を適応として, VATS lobectomy の80例を経験した。現在のところ国際的にも進行度の低い症例を適応としている報告は多く, 日本内視鏡外科学会によるアンケートの結果では本邦における適応も同様である。¹ 肺癌治療のガイドラインによると, VATS lobectomy に関しては, 臨床病期 I 期の VATS 肺癌手術が標準手術と比較して予後, 侵襲性, 安全性などで同等ないし優れているかに関して, 肯定的な研究は多いものの確定的な結論は出ていないとされ, 推奨度はグレード C とされている。² 先のアンケートの結果では, 術中血管損傷の可能性は比較的高く, その56%が肺動脈損傷であることが報告され, publication bias が存在することを考慮すると, VATS lobectomy を施行するに当たっては厳重な注意が喚起される。¹ こういった偶発症を防止するた

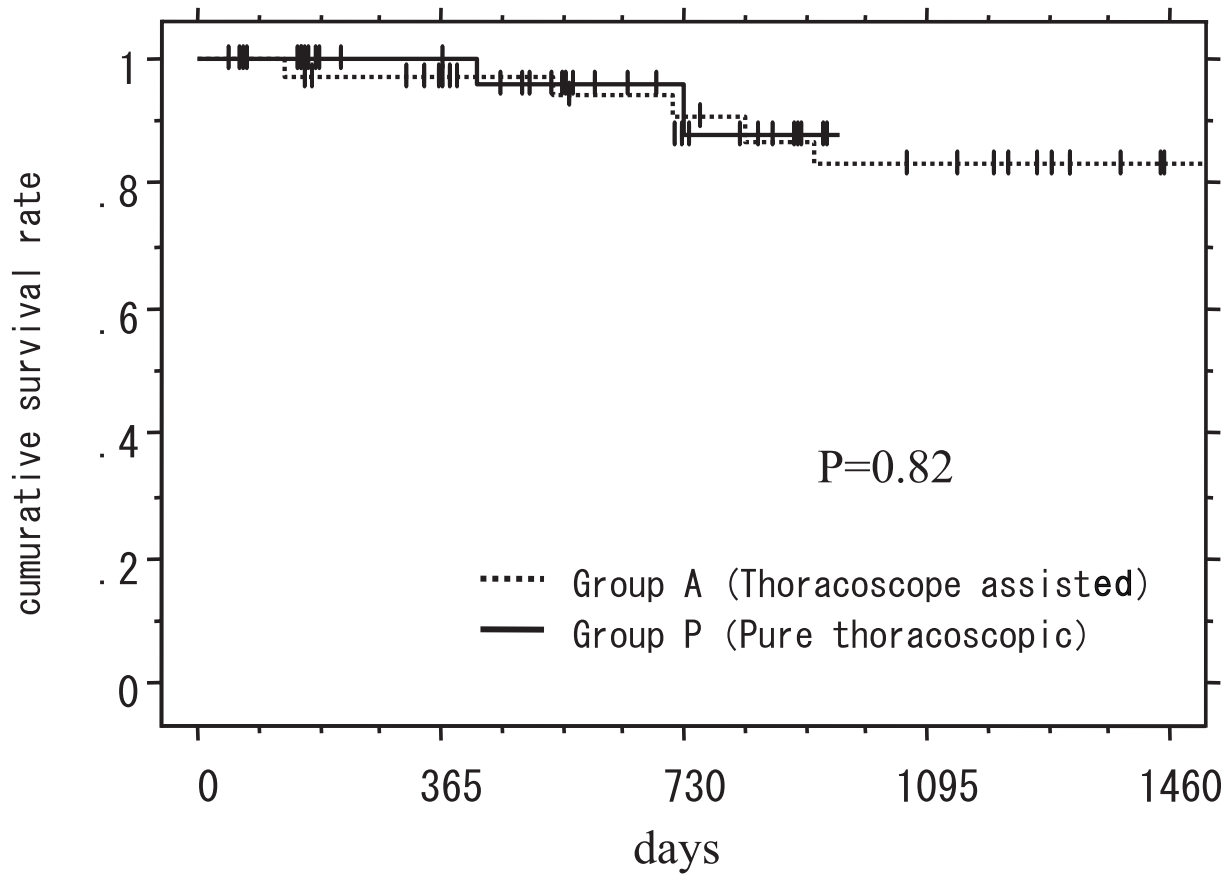


Figure 1. Overall survival curves. Censored cases are shown by crosses. There is no significant difference between assisted and completely thoracoscopic VATS groups by the logrank test.

めには一定の経験と教育は必須で、関連学会による教育システムの確立が急務と考えられる。当科では患者専用の説明用シートを作成し患者の希望により術式を決定しているが、十分なインフォームド・コンセントのもとで施行されることが望ましい。²

リンパ節の郭清の精度に関しては、標準開胸に比較して統計的に差がないとするものが多い。³⁻⁶ 鏡視下においては標準開胸では得られないような拡大された良好な視野を展開することが可能である一方、胸腔内へ手を挿入することができないので触診することができず標準開胸下のそれには劣る可能性がある。T1肺癌にも20~30%の縦隔リンパ節転移があることは想定され、予後に対する影響を検証する必要がある。⁷ cStage Iを対象とした胸腔鏡下肺葉切除術の予後に関する報告は、historicalな成績では5年生存率が60~90%と、標準開胸と遜色のない結果である。今回の検討ではA群およびP群のVATS lobectomyの2年生存率に差はなく、両群の予後もこの範囲内であることは十分に予想される。⁸⁻¹⁰ Prospective studyには3つの報告があり、予後には差はな

いものの、低侵襲性のエビデンスとなっている。¹¹⁻¹³ 胸腔鏡下肺葉切除術の成績に関しては、morbidity 3~22%、mortality 0~2%、開胸への移行率6~20%といった報告であり、今回の結果とはほぼ同様であり、標準開胸による肺癌手術と同等である。⁸⁻¹⁵ 開胸への移行に関しては、移行した3例中2例が転移した肺門リンパ節と左肺動脈上幹との剥離が困難であったことから、左上葉支と肺動脈が近接しているという解剖学的な理由を考慮すると、このような場合には鏡視下手術に固執しないよう注意しなければならない。

入院日数に関しては、5~12日の報告が多いが、A群では術後創部痛のために入院期間が延長したものと考えている。^{16,17} 術後疼痛に関しては、標準開胸との比較においてVATSは特に術後早期には術後創部痛が少ないと報告されてきた。^{18,19} P群において徹底的な胸壁への低侵襲化を図ることにより、VATS lobectomyという同じ範疇にあるA群との比較においても術後創部痛は極めて軽い点が指摘される。P群での胸壁への低侵襲化は、術後の胸部痛の軽減のみならず、速やかな手術からの回復

Table 4. Classification of VATS Lobectomy

	Use of thoracoscopy	Rib retractor	Length of skin incision
Level 1	Light guide	+	around 10 cm
Level 2	Light guide ± thoracoscopic view	-	5-8 cm
Level 3	Completely thoracoscopic	-	less than 5 cm

から在院日数の短縮に反映されたものと考えている。

完全鏡視下手術において軟性鏡を採用した理由は、硬性鏡に比べ可視範囲が広いこと、術者の視線方向からの正面視を可能にすること、操作器具と重なった場合には見る方向を容易に変更できるという大きな利点があるためである。手術の最初の段階で4 cmの小開胸創を設けるのは、安全性への配慮から緊急時には圧迫のための大きなツッペルを挿入可能であり、バイポーラシザーズを使用できること、切除したT1の癌腫が含まれる肺葉を取り出すための最小の大きさであることが主な理由である。4 cmの小開胸創から剪刀を操作する場合、直視では視線方向と剪刀の挿入方向が一致し視野が制限されるため、完全鏡視下での操作が求められる。開胸移行例の1例は左上葉切除の際の分葉不全のあった症例で、葉間形成の際に葉間部肺動脈を損傷し4 cmの小開胸創から大ツッペルにて圧迫し出血はコントロールされ、開胸へ移行し縫合止血され術後経過は良好であった。

本邦のVATS lobectomyの術式の多様性を考慮すると、今後VATS lobectomyを学術的に評価するためにはTable 4のごとく簡便に3段階に分類することを提案したい。各levelの境界については判定が困難な場合も考えられるが、少なくとも胸腔鏡の用途、開胸器の使用の有無、皮切の大きさの優先順位として、おおよそ分類されるものと考えられる。皮切の大きさや位置についての記載は多く見られるが、これまでに輩出された論文にこの3つの要素について明記されているものは少なく、現段階においては十分な裏づけがあるわけではない。しかしながら少なくとも今回の検討では手術侵襲や臨床成績に影響する重要な要素と考えられ、これからの臨床研究には重要と考えられる。小開胸手術とlevel 1のVATS lobectomyとの境界については、術者の手が挿入可能か否かによることが妥当と考えられる。今回の検討は、Table 4のlevel 1とlevel 3のretrospectiveな比較検討であったが、同一にVATS lobectomyの範疇にありながら術後侵襲の差は想像以上に大きいと考えられる。これまでの報告はlevel 2程度のもので多いと考えられるが、VATS lobectomyが及ぼす侵襲の程度がその成績に大きく関与していたことが推測される。完全鏡視下を行う肺葉切除術の報告は少なく、重村らはcomplete VATS lobectomyとし、低侵襲性、忍容性を報告しており、²⁰ さ

らにlevel 1とlevel 3をprospectiveに比較し、level 1のVATS lobectomyの低侵襲性を報告している。²¹ 逆に、Okadaらは405例のlevel 3のVATS lobectomyを報告し、小開胸創から直視することの重要性にも触れている。²² 本邦の現状からはlevel 2程度の幅を持ったさまざまなVATS lobectomyが臨床に浸透し、なし崩しに標準術式となっていくものと想像される。一方、本来標準開胸群と無作為試験が施行されることは望ましいが、その際にはVATS lobectomyの術式はlevel 3の低侵襲性を維持しながら、しかも呼吸器外科を標榜する施設で普遍的に施行の可能な術式が採用され、その結果VATS lobectomyの恩恵が多くの患者にもたらされることが期待される。

結 語

原発性肺癌に対する完全鏡視下肺葉切除術は、徹底した胸壁への低侵襲化がなされ痛みが少ない点が最大の利点である。臨床に受け入れられる一定の低侵襲性、根治性、安全性を持つと考えられるが、今後さらに工夫を重ね術式の普遍化を目指す必要があると考えられた。

REFERENCES

1. 日本内視鏡外科学会. 内視鏡外科に関するアンケート調査—第7回集計結果報告—. 呼吸器外科領域. 日鏡外会誌. 2004;9:517-525.
2. EBMの手法による肺癌診療ガイドライン. 日本肺癌学会, 編集. 2005年版. 東京: 金原出版; 2005:87-89.
3. Sagawa M, Sato M, Sakurada A, et al. A prospective trial of systematic nodal dissection for lung cancer by video-assisted thoracic surgery: can it be perfect? *Ann Thorac Surg*. 2002;73:900-904.
4. Watanabe A, Koyanagi T, Ohsawa H, et al. Systematic node dissection by VATS is not inferior to that through an open thoracotomy: a comparative clinicopathologic retrospective study. *Surgery*. 2005;138:510-517.
5. Inada K, Shirakusa T, Yoshinaga Y, et al. The role of video-assisted thoracic surgery for the treatment of lung cancer: lung lobectomy by thoracoscopy versus the standard thoracotomy approach. *Int Surg*. 2000;85:6-12.
6. 田尻道彦, 前原孝光, 中山治彦. 胸腔鏡下肺葉切除術(肋間非開大法)の検討: 胸腔鏡補助下肺葉切除術との比較を中心に. 胸部外科. 2000;53:13-17.
7. Asamura H, Nakayama H, Kondo H, et al. Lymph node involvement, recurrence, and prognosis in resected

- small, peripheral, non-small-cell lung carcinomas: are these carcinomas candidates for video-assisted lobectomy? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1996;111:1125-1134.
8. McKenna RJ, Wolf RK, Brenner M, et al. Is lobectomy by video-assisted thoracic surgery an adequate cancer operation? *Ann Thorac Surg.* 1998;66:1903-1908.
 9. Kaseda S, Aoki T, Hangai N, et al. Better pulmonary function and prognosis with video-assisted thoracic surgery than with thoracotomy. *Ann Thorac Surg.* 2000;70:1644-1646.
 10. Walker WS, Codispoti M, Soon SY, et al. Long-term outcomes following VATS lobectomy for non-small cell bronchogenic carcinoma. *Eur J Cardio thorac Surg.* 2003;23:397-402.
 11. Kirby TJ, Mack MJ, Landreneau RJ, et al. Lobectomy-video-assisted thoracic surgery versus muscle-sparing thoracotomy. A randomized trial. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1995;109:997-1002.
 12. Sugi K, Kaneda Y, Esato K. Video-assisted thoracoscopic lobectomy achieves a satisfactory long-term prognosis in patients with clinical stage IA lung cancer. *World J Surg.* 2000;24:27-31.
 13. Craig SR, Leaver HA, Yap PL, et al. Acute phase responses following minimal access and conventional thoracic surgery. *Eur J Cardiovasc Surg.* 2001;20:455-463.
 14. Solaini L, Prusciano F, Bagioni P, et al. Video-assisted thoracic surgery major pulmonary resections. Present experience. *Eur J Cardio thorac Surg.* 2001;20:437-442.
 15. Gharagozloo F, Tempesta B, Margolis M, et al. Video-assisted thoracic surgery lobectomy for stage I lung cancer. *Ann Thorac Surg.* 2003;76:1009-1015.
 16. Yim AP. Minimizing chest wall trauma in video-assisted thoracic surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1995;109:1255-1256.
 17. Giudicelli R, Thomas P, Lonjon T, et al. Video-assisted minithoracotomy versus muscle-sparing thoracotomy for performing lobectomy. *Ann Thorac Surg.* 1994;58:712-718.
 18. Nagahiro I, Andou A, Aoe M, et al. Pulmonary function, postoperative pain, and serum cytokine level after lobectomy: a comparison of VATS and conventional procedure. *Ann Thorac Surg.* 2001;72:362-365.
 19. Iwasaki M, Nishiumi N, Maitani F, et al. Thoracoscopic surgery for lung cancer using the two small skin incisional method. Two windows method. *J Cardiovasc Surg.* 1996;37:79-81.
 20. 重村周文, 明石章則, 中桐伴行. 完全鏡視下操作による 'Complete' VATS lobectomy の治療経験. An inevitable step for the future evolution of VATS lobectomy. *日呼外会誌.* 2003;17:553-558.
 21. Shigemura N, Akashi A, Nakagiri T, et al. Complete versus assisted thoracoscopic approach: a prospective randomized trial comparing a variety of video-assisted thoracoscopic lobectomy techniques. *Surg Endosc.* 2004;18:1492-1497.
 22. Okada M, Sakamoto T, Yuki T, et al. Hybrid surgical approach of video-assisted minithoracotomy for lung cancer: significance of direct visualization on quality of surgery. *Chest.* 2005;128:2696-2701.