

臨床トピックス

最近の呼吸器低侵襲手術

福井 高幸*

内容紹介

肺切除や胸腺、縦隔の手術を行う呼吸器外科の手術は、低侵襲化が急速に進んでいる。そのアプローチ法としては、「胸腔鏡下手術」と「ロボット支援下手術」の2つが主流である。本稿では、両手術アプローチの内容や長所・短所を概説し、新しい手術を習得するためのラーニングカーブについての結果を提示したい。

はじめに

呼吸器外科で行う手術は近年、他領域手術の例にもれず患者の負担を減らすための「低侵襲手術」が増えており、全手術の約80%が後述する胸腔鏡やロボットを用いた手術であるとの結果もある(2017年全国集計による)¹⁾。つまり、呼吸器低侵襲手術は現在、「胸腔鏡下手術(video-assisted thoracoscopic surgery: VATS, 単孔式を含む)」と「ロボット支援下手術(robot-assisted thoracoscopic surgery: RATS)」の2つの流れができつつある。

なお、いずれの方法でも病変の切除範囲やリンパ節郭清に違いはなく、あくまでもアプローチ法の違いであることに注意が必要である。

I. 胸腔鏡下手術(VATS)

胸腔鏡下の肺切除が本邦で保険収載されたのは

1994年のことであり、すでに30年弱にわたって同手術が日本中で行われてきた。そして、ポートの留置位置や数などで若干のバリエーションがありながらも高い技術を示してきた。

最近のトピックスとしては、uniportal VATS lobectomy (U-VATS, 単孔式胸腔鏡下肺葉切除術)の登場である。2011年に上海肺科病院のスペイン人医師、Diego Gonzalez-Rivas氏が肺癌に対するユニポートVATS施行を報告したことに始まる²⁾。従来のVATSは3~4カ所の穴をあけて行われていたが、ユニポートVATSは文字通り数cmの1つのポートのみで手術を行う方法である。開胸手術、従来のマルチポートVATS、後述するロボット手術と比べ、最も傷が小さい手術であることがメリットとされる(図1)。ユニポートVATSでは、カメラ、道具類の軸、これらの干渉を考慮しながら手術を進めるため、専用の鉗子や屈曲した吸引管を用いる。そしてこの手術は近年の医療機器の進歩や低侵襲手術への移行により、アジアから欧州、世界に広まりつつある。

筆者は個人的にユニポートVATSを肺葉切除、区域切除、部分切除含め約100件執刀してきたが、やはり術直後の創部痛が少ない印象を持っている。特に80歳を超える高齢者では、術後の早期離床が順調な回復に欠かせない。そのため、痛みが少ないことは極めて重要な条件であり、ユニポートVATSの利点が生かせると思われる。

一方で、傷が1カ所しかないということは、器具の操作にはかなりの制限がかかる。癌の手術の場合、病変をただ除去すれば良いというわけにはいかず、十分なマージンを確保し、決められた範

— Key words —
胸腔鏡下手術, VATS, ロボット支援下手術, ユニポート, ラーニングカーブ

* Takayuki Fukui: 愛知医科大学外科学講座(呼吸器外科)

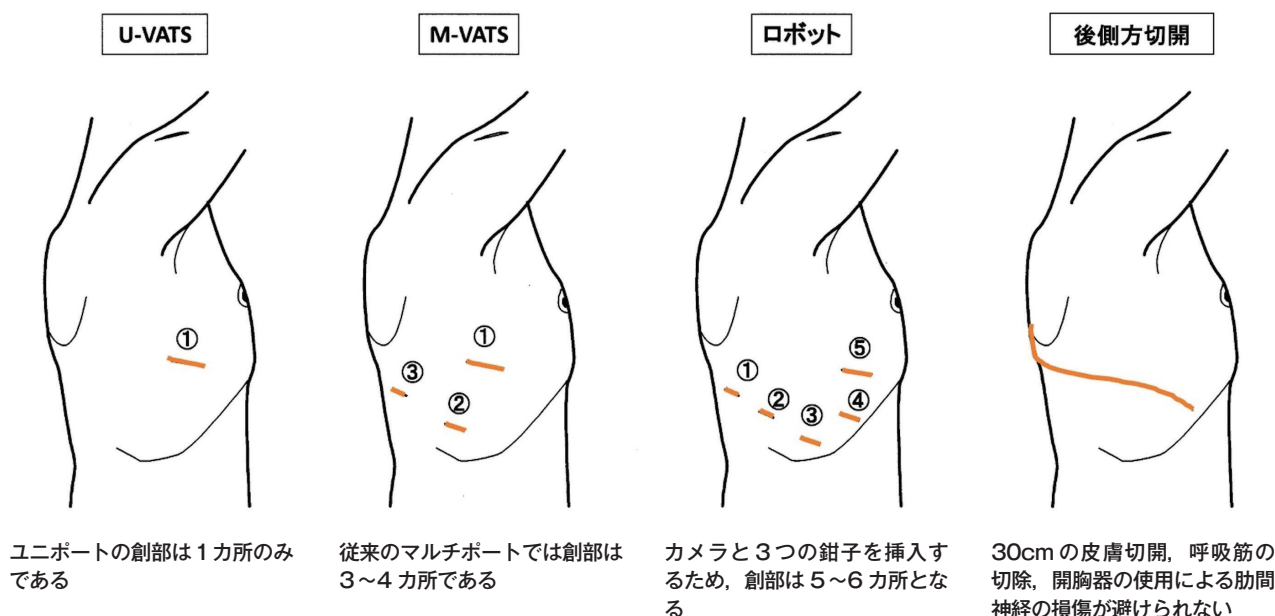


図1 各アプローチごとの創部略図

それぞれ、術者によって若干の相違はあり得る。

U : Uniport, M : Multiport

囲のリンパ節郭清等が求められる。また、肺動静脈をはじめとした血管は繊細に扱わなくては大きな事故につながりかねない。そのような条件を満たしつつ作業をするためには、高度な技術が求められる。ユニポート VATS に臨む前にはドライラボ、ウェットラボ、アニマルラボなど実際の手術と似た環境を用意し、十分なトレーニングを積むことが望ましい。

II. ロボット支援下手術(RATS)

現在、本邦で薬事承認が得られている主な手術用ロボットは「ダビンチサージカルシステム：2009年認可、Intuitive社、米国」と「hinotoriサージカルロボットシステム：2020年認可、メディカロイド社、日本」である。このうち、呼吸器手術に用いることができるのは、前者のダビンチのみである。呼吸器手術で保険収載されている術式は、肺悪性腫瘍手術(肺葉切除と区域切除)、縦隔腫瘍手術(良悪性とも)、重症筋無力症に対する拡大胸腺摘出術であり、比較的多くの症例がカバー

されている。本邦にはすでに300台以上のダビンチが導入されており、正確なデータはないが、RATS件数も年々増加している。

では、RATSのメリットは何だろうか？

それは、ロボットにはアームと鉗子に関節があり、3Dカメラであることにつける。VATSが“さい箸”を用いて狭い空間内で作業を行っているとなると、ロボットは外科医の“手”を胸の中に入れて手術を行っている状態に近い。この違いは“手”には手首の関節があり、狭いスペースで手術器具を自由に動かせる点にある(図2)。特に胸腔という限られた空間であったり、胸骨、肺、心臓に囲まれた縦隔という非常に狭くデリケートな場所での作業には適している。しかもこの“手首”は決して手ブレしない。例えば肺区域切除術では切除する血管が細かく、切り取る肺組織が複雑に入り組んでおり、これらを正確に見つけて切除するために、“目”となるロボットの鮮明な3Dスコープと、“手”となる精密なロボットアームが大きな役割を果たす。



図2 ゆで卵を用いた胸腔鏡下手術とロボット手術の操作のイメージ
胸腔鏡(左)は“さい箸”で、ロボット(右)は素手で殻を剥くイメージである。

では、デメリットはどうであろうか？

繊細に動かせる器具であるが、触覚がないことが欠点である。VATSでも、手に比べると感度は落ちるが触覚はある。RATSを始めるにあたっては、この触覚の欠如に慣れる必要がある。さらに何と言ってもロボットはコストがかかる。ダビンチ1台の価格は約2億5,000万円で、年間維持費が約2,000万円ほどである。この点が胸腔鏡手術と決定的に異なる。

Ⅲ. 低侵襲手術のラーニングカーブ

新しい手技を習得する際には「ラーニングカーブ(習熟曲線)」が存在する。手術で言えば、その術式を何回経験すれば一定の水準で完遂できるのかという目安である。

筆者は、手術時間をアウトカムとし、累積和法(Cumulative SUM: CUSUM法)を用いてロボット肺葉切除術のラーニングカーブを検討した。累積和法とは、対象となる全例の平均値との差を1例目から順に累積した和をプロットすることで得られる曲線から、習熟に必要な数を推測する方法

である(図3)。

その結果、呼吸器外科専門医がダビンチで肺葉切除を行う際は4~12件で習熟が可能であると推測された³⁾。文献的には20~40件と報告されているが、国や地域により執刀医のバックグラウンドが異なることによると思われる^{4,5)}。つまり、本邦のように呼吸器外科専門医が行うRATSでは、比較的早く習熟することが可能と思われた。なお、累積和法の問題点は、判定が主観的な見た目によることや、症例数が少ないとその判定がさらに難しくなることが挙げられる。また、「手術の習熟」を「手術時間」で評価して良いのかどうかという根本的な問題も含んでいる。

おわりに

ユニポートVATSとRATSのどちらが今後の主流として残っていくのか、あるいは両方とも引き続き行われるのか、現時点では定まった見解はない。筆者の印象としては、疼痛の程度や回復の速さで多少の違いはあれど、優劣をつけるのは難しいので患者にとってどちらが優れているのかと

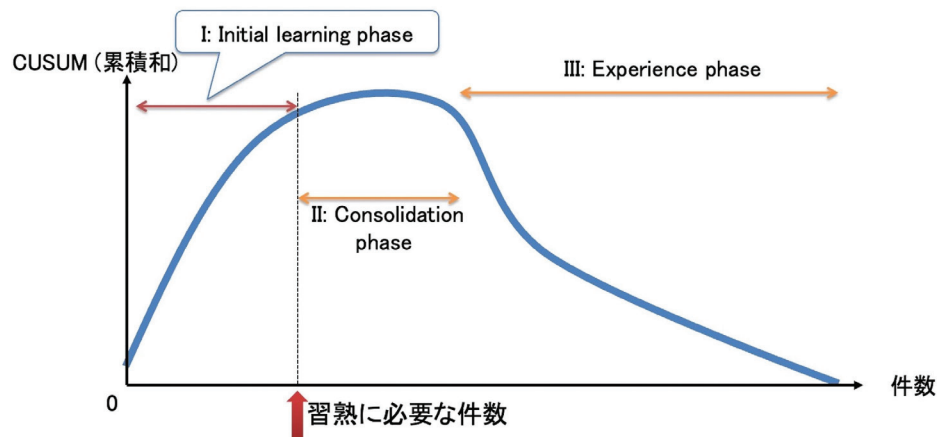


図3 累積和法のイメージ図

全例の平均値との差(+○, -○)を足していくと曲線となる。最初は平均より長い(多い)ので, どんどん累積(増加)し [phase I], ある頃から平均程度でできるようになり [phase II], 経験とともに短く(少なく)なっていく [phase III]。Phase I と II の境目が習熟に必要な件数とされる。

いう議論は意味がないと考えている。ただし, コストには目に見える違いがあり, 術者のストレスという目に見えない違いはあるので, それがどう評価されるかである。本邦において, 今後5年, 10年と症例が積み重ねられてある程度収束するかもしれない。しかし, その間にさらに新しいテクノロジーが導入される可能性も十分にある。癌に対する薬物療法の急速な進歩ほどではないにせよ, 技術的進歩を続ける最新の手術治療に追いつき, より良い手術を提供できるようにしたいと, われわれ呼吸器外科医は考えている。

利益相反

本論文に関して, 筆者が開示すべき利益相反はない。

文献

- 1) Shimizu H, et al : Thoracic and cardiovascular surgeries in Japan during 2017 : annual report by the Japanese Association for Thoracic Surgery. Gen Thorac Cardiovasc Surg 2020 ; 68 : 414-449.
- 2) Gonzalez D, et al : Single-port video-assisted thoracoscopic lobectomy. Interact Cardiovasc Thorac Surg 2011 ; 12 : 514-515.
- 3) Fukui T, et al : Learning curve of robotic lobectomy for lung malignancies by certified thoracic surgeons. Nagoya J Med Sci 2021 ; 83 : 227-237.
- 4) Song G, et al : Learning curve for robot-assisted lobectomy of lung cancer. J Thorac Dis 2019 ; 11 : 2431-2437.
- 5) Power AD, et al : Defining the learning curve of robotic thoracic surgery: what does it take? Surg Endosc 2019 ; 33 : 3880-3888.