

## 最新のトピックス

## 呼吸器外科領域におけるロボット支援手術

諏訪赤十字病院鏡視下手術センター・呼吸器外科

吉田和夫

## はじめに

呼吸器外科領域のロボット支援手術 (RATS; Robot Assisted Thoracic Surgery) は、現状ではごく限られた施設で施行されているのみで普及しているとは言えない。しかし RATS は、胸腔内や縦隔内といった限られたワーキングスペースでの良好な操作性、精細な 3D 視野など、外科医にとっては魅力に富んでおり、メリットは多いと思われる。この 2018 年 4 月より新たに 12 種類のロボット支援手術が保険収載されることとなり、そのうち 3 種類の呼吸器外科手術が含まれ (表 1)、今後普及が進むと考えられるため、その魅力と課題について改めて考えてみたい。

## I ロボットの現況

2016 年時点で、米国では約 2,500 台、欧州では約 640 台、アジアでは約 470 台とその他の地域も含め世界では約 3,800 台の da Vinci (Intuitive Surgical, Inc., USA) が導入されており、手術支援ロボットはほぼ当該機種のみを寡占状態と言え。診療科としては泌尿器科領域の前立腺全摘術、産婦人科における子宮全摘術

が術式の多くを占め<sup>1)</sup>、消化器外科、呼吸器外科でも RATS が施行されているものの、症例数は少ない。

日本では、ロボット手術は 2002 年から da Vinci を用いて試験的に手術が施行されていたが普及は進まず、2009 年 11 月に薬事承認、2012 年に泌尿器科領域での前立腺全摘術が保険収載となり、急速な普及の契機となった。2016 年 9 月現在本邦では da Vinci は約 230 施設で導入され、総症例数は約 30,000 例施行されている。その内訳は概数で泌尿器科約 27,000 例と保険収載が早かった泌尿器科領域が他領域に比較して圧倒的に多いのが現状である。

以上のような現況から見てとれるように、本邦における呼吸器外科領域の RATS は未だ発展途上である。2018 年 1 月時点で、呼吸器外科で RATS を施行した経験のあるのは 33 施設、手術実績は 555 症例のみであり、最も症例数の多い施設では 100 例前後であるが、数例施行したのみの施設もあり経験値に大きな幅がある。また、RATS の執刀経験が 20 例以上ある術者も、同時期で全国に 5 人程度しかいないのが現状である。普及が進まないのは、保険未収載で自費診療であったことが大きいと思われるが、胸腔鏡下手術 (VATS;

表 1 2018 年 4 月より保険収載となったロボット支援手術の術式  
1-3 が呼吸器外科領域

- |                                    |
|------------------------------------|
| 1. 胸腔鏡下縦隔悪性腫瘍手術                    |
| 2. 胸腔鏡下良性縦隔腫瘍手術                    |
| 3. 胸腔鏡下肺悪性腫瘍手術 (肺葉切除又は 1 肺葉を超えるもの) |
| 4. 胸腔鏡下食道悪性腫瘍手術                    |
| 5. 胸腔鏡下弁形成術                        |
| 6. 腹腔鏡下胃切除術                        |
| 7. 腹腔鏡下噴門側胃切除術                     |
| 8. 腹腔鏡下胃全摘術                        |
| 9. 腹腔鏡下直腸切除・切断術                    |
| 10. 腹腔鏡下膀胱悪性腫瘍手術                   |
| 11. 腹腔鏡下子宮悪性腫瘍手術 (子宮体がんに限る)        |
| 12. 腹腔鏡下腔式子宮全摘術                    |



図1 当院における da Vinci Xi を使った RATS 胸腺全摘術

Video Assisted Thoracic Surgery) に比較し、数値に現れる明確な優位性が見えにくいことも要因の一つと思われる。

胸腔内は体循環系の血流豊富な血管が多く、ロボット支援手術を含めた鏡視下手術では出血時の素早い対処が熟練した術者でも時に困難なことがあり、リスクに見合うだけのベネフィットが得られるのか、あるいは少なくとも VATS と同等の根治性が担保されるのかといった懸念もある。では、実際に VATS との相違点・優位性はどこにあるのか？

現時点での呼吸器外科領域 RATS の主な対象疾患は原発性肺癌を含む肺腫瘍及び縦隔腫瘍である。術式は各々肺葉切除と胸腺全摘術(図1)が多く、また RATS のメリットが生かせるのもこの術式と考えられる。RATS の大きな利点と考えられるのは高精度の3D がもたらす精細な視野と、狭い手術野で精緻な動きを可能にするロボットアームのもたらす良好な操作性にある。また、腹腔鏡下手術では一般的であるが、二酸化炭素ガス(CO<sub>2</sub>)による胸腔～縦隔への加圧もさらに良好な術野をもたらす<sup>2)</sup>、出血量の減少にも寄与すると考えられている。また、VATS ではカメラ操作を助手が行うため、その力量によっては術者の望む術野を提供できず、手術の流れが妨げられストレスを感じることもあるが、RATS では術者自身が操作

を行うため、この点でも有利である。

上述のアドバンテージは外科医に less stress の手術操作をもたらし、結果的に手術の安全性に寄与するものと思われる。

新しい手技であり、大規模なランダム化試験等はこれからの研究を待たねばならないが、現状でも報告が増え始めている。

RATS の手術創の大きさ、操作孔の数は施設間で多少異なるが、総じて VATS と大きな相違はないと思われ、整容性での優位性は高くはないと考えられるが、手術時間、術中出血量、ドレーン留置期間、入院期間、術後合併症等の周術期データは VATS と同等かそれ以上とする報告が多い<sup>3)</sup>。治療成績を見てみると Park ら<sup>4)</sup>の原発性肺癌325例の報告で RATS は死亡率、罹患率ともに容認しうる結果であった。さらに重症筋無力症では26例の検討<sup>5)</sup>で、RATS による拡大胸腺全摘術は安全性や寛解率における有用性が示され、Rückert ら<sup>2)</sup>の VATS との後ろ向き比較試験でも同様の結果であった。RATS の機械的、技術的進歩と CO<sub>2</sub>を用いた加圧により良好な視野が得られることが、VATS に比較し胸腺組織を確実に郭清するという点において有利であったと考えられている。

## II 呼吸器外科領域 RATS の課題と展望

外科医にとって魅力に富む RATS であるが、課題もある。

まず、機器の課題としては da Vinci には触覚がない点が良くあげられる。しかし、筆者のこれまでの約 40 症例の経験では、この点で大きな問題を感じたことはない。前述の 2 術式の場合、ある程度の鏡視下手術の経験を積んだ術者であれば、安全に手術を遂行できると思われる。しかし、視診のみでは腫瘍の局在が不明瞭な例では、腫瘍本体を不用意に把持してしまい、被膜や腫瘍そのものを損傷してしまうリスクも考えられる。また、通常の手術では血管等の結紮は術者の手に直接伝わる触覚により力加減がコントロールされるが、RATS ではこれらの感覚が全く伝わらず、誤って血管あるいは糸を破断してしまうというリスクもありうる。現状では、鏡視下操作に習熟した執刀医により RATS が施行されていると推察されるため、視覚情報のみの操作で大きな支障はでていないが、保険収載を機に症例数の増加が見込まれ、それに伴い様々なレベルの術者が執刀することになると予想される。この点からも、手術の安全性、質を担保するため触覚が感じられることが望ましいことは言うまでもなく、今後の機器の進歩に期待したい。

また制度の面でも、RATS の急速な普及は難しいと思われる現状がある。保険収載となったものの、施設要件、術者基準は RATS を一から始めようとする施設にはかなりハードルの高い基準が設定されている。おそらく、2018 年 4 月から保険を適用できる施設は実

績から推察するに、長野県では 1 施設、全国でも 10 施設程度と思われる。また RATS 導入に当たってはたまかな流れとして、トレーニングによる資格取得（術者と助手双方ともに必要）→指定見学施設での RATS 見学→プロクター（指導医）のもとでの手術実施（初症例～数例程度）といった段階を踏むことが必須である。ところが、2018 年現在プロクター資格を持つ呼吸器外科医は、筆者を含めて全国に 10 人程度しかいないため、今後増加するであろう各施設の来院指導の要請に十二分には答えられないと思われる。また、コスト面でも保険点数が VATS と全く同じ点数に抑えられ、特別な加算も認められなかったため、材料費が比較的高額な RATS は利益が VATS に比べ少なくなってしまい、経営面での魅力には乏しい設定になっている。昨今の病院経営を取り巻く厳しい状況を鑑みれば、このことは普及の足かせに成り得るであろう。

しかし、これまで述べてきたように RATS には外科医にとってこれらの課題を補って余り得るほどの操作の優位性・魅力がある。多少時間は要すると思われるが、今後機器の進歩と共に、さらに発展、普及していく手技と考えられる。

## III ま と め

呼吸器外科領域の RATS は待望の保険収載となったものの、その厳しい適応要件、保険点数から急速には普及しない可能性がある。しかし、外科医にとって魅力的な手技であることは間違いなく、今後の発展に期待したい。

## 文 献

- 1) Market share data on file at Intuitive Surgical
- 2) Rückert JC, Swierzy M, Ismail M: Comparison of robotic and nonrobotic thoracoscopic thymectomy: a cohort study. J Thorac Cardiovasc Surg 141: 673-677, 2011
- 3) Swanson SJ, Miller DL, McKenna RJ Jr, Howington J, Marshall MB, Yoo AC, Moore M, Gunnarsson CL, Meyers BF: Comparing robot-assisted thoracic surgical lobectomy with conventional video-assisted thoracic surgical lobectomy and wedge resection: results from a multihospital database (Premier). J Thorac Cardiovasc Surg 147: 929-937, 2014
- 4) Park BJ, Melfi F, Mussi A, Maisonneuve P, Spaggiari L, Da Silva RK, Veronesi G: Robotic lobectomy for non-small cell lung cancer (NSCLC): long-term oncologic results. J Thorac Cardiovasc Surg 143: 383-389, 2012
- 5) Goldstein SD, Yang SC: Assessment of robotic thymectomy using the Myasthenia Gravis Foundation of America Guidelines. Ann Thorac Surg 89: 1080-1085; discussion 1085-1086, 2010