

特集：最先端医療を支える解剖学

呼吸器外科における最先端手術手技と CAL (Clinical Anatomy Laboratory)

吉田 光輝¹⁾, 丹黒 章¹⁾, 東野 恒作²⁾, 近藤 和也³⁾, 岩田 貴⁴⁾,
赤池 雅史⁵⁾, 金山 博臣⁶⁾, 鶴尾 吉宏⁷⁾¹⁾徳島大学大学院胸部・内分泌・腫瘍外科学²⁾四国こどもとおとなの医療センター整形外科³⁾徳島大学大学院臨床腫瘍医療学⁴⁾徳島大学教養教育院医療基盤教育分野⁵⁾徳島大学大学院医療教育学⁶⁾同 泌尿器科学⁷⁾同 顕微解剖学

(令和2年10月28日受付) (令和2年11月24日受理)

呼吸器外科領域では近年、内視鏡手術が9割を占めるようになった。鏡視下の手術手技に関する経験の蓄積と鍛錬により完全鏡視下でも安全に血管処理ができるようになったことが大きな要因である。

最先端の手術アプローチとして ①(完全鏡視下)胸腔鏡下手術(3つのポート孔よりモニター視のみで手術を完結する), ②単孔式胸腔鏡補助下肺葉切除(一つの孔からカメラと鉗子を挿入し完結する), ③ロボット支援下手術(4つのアームを持つロボットを遠隔操作する)が代表的な手術となり, 現在各々の利点や欠点が議論されている。

(完全鏡視下)胸腔鏡下手術はカメラを足側から頭側へ見上げる視野で, 腹側から術者が操作し, 背側から助手が展開する基本操作で手術を進める。単孔式胸腔鏡下肺葉切除は孔が一つであることが患者への利点(美容と疼痛軽減)であるとされ, カメラと同方向から鉗子を挿入して術者がすべての操作を完結する。ロボット支援下手術は, ポート数は多くなるが, 両眼視による鮮明な3D拡大視野が得られ, プレ防止機能を持つ鉗子により, 繊細で精度の高い剥離操作が可能となる。

これらの習熟には, 複雑で高度ないくつかのステップをクリアする必要がある。そのステップを定型化することは困難で, 未だ確立されたものはないが, クリニカルアナトミーラボ(Clinical Anatomy Laboratory: CAL)における未固定遺体を用いた手術トレーニングはこのステップアップに最適である。スキルス・ラボにおける基

本的内視鏡手技の習得から, ウエットラボでの動物によるシミュレーショントレーニングへとステップアップすることで, 卒前から卒後に至る一貫した外科手術教育を行うことができる。しかし, 実際の手術シミュレーションとして未固定遺体に勝るものはない。代替のシミュレーターでは得られない新鮮な組織感触と3次元イメージ, 体位設定からポートの挿入位置, 鉗子の動きに関しても実際に臨場感を体感することができ, これにより飛躍的にラーニングカーブ(習熟に至る期間)を短くすることができる。われわれはこのようなトレーニングだけでなく, 新規技術の開発にもこのCALでの実習を取り入れている。

内視鏡下手術全盛の今, 高度な技量を有する外科医育成には系統解剖を経て, 卒前・卒後一貫した外科手術トレーニングシステムを構築することが求められている。複雑・高度化した呼吸器手術手技を安全に遂行するための技術習熟も, ドライラボやウエットラボでのトレーニングに加えて, CALによるシミュレーショントレーニングを活用することで, より短期間に実現可能となった。また, より高度なスキルアップを目指すには解剖学教室と協働して, 実臨床により近似した臨床解剖モデルを作成できれば手技の定型化や新規技術開発への大きなステップになる。3Dプリンタ技術を用いた血管や膜の微細解剖を正確に再現した3Dモデルの開発なども決して夢ではない。これからも未来の手術医療の発展を目指して取り組んでいきたい。

はじめに

多くの診療科で、近年、内視鏡を使用する手術が増え始めてきた。呼吸器外科領域においても内視鏡手術が9割を占めるようになってきている。鏡視下の手術手技に関する経験の蓄積と鍛錬により完全鏡視下（モニター視のみで手術を遂行する）でも安全に血管処理ができるようになったこと、また安全な内視鏡手術器具が定型化されてきたことが大きな要因である¹⁾。

呼吸器外科、食道外科、甲状腺外科、整形外科、消化器外科、脳外科、耳鼻科、泌尿器科、産婦人科など多くの診療科が内視鏡技術の習得や、新しい術式を導入する際のトレーニング、また新しい術式の開発を模索している。

外科手術手技が変遷していく中で外科領域の医師である私たちに“必要とされていることは何であるのか”を常に考えながら進まなければならない。

当診療科である呼吸器外科領域の手術手技を通して、そのトレーニングの重要性、外科手技の教育に関して、また当大学におけるカダバートレーニングの有用性について述べたい。

呼吸器外科領域の最先端手術手技

呼吸器外科の代表的な肺葉切除の術式の変遷を見ると（図1）、1933年 Graham が開胸下の手術を施行し

たことから始まると言われる。当時は肩甲骨の後ろから側胸部に至る大きな創で開胸していた。胸部の手術は肋骨で胸郭が守られているため、腹部と異なり開胸においては肋骨の間から直視できる視野を得ることに苦勞する。肋骨を背側で1～2本切離し、可動域を広げて視野を広げることにもなされる。この基本的な開胸方法は現在では限られた拡大手術にしか用いられなくなったが、合併症の発生時や胸膜肺全摘などの大きな手術の時には必要となる基本的手技であり、若い世代の呼吸器外科医も身につけておかなければならない大切な基本手技である²⁾。

この基本的手技から60年ほど後、胸腔鏡を使用した手術、Video Assisted Thoracic Surgery (VATS) は、たくさんの施設において良い成績が、第一報としては1993年頃から報告されはじめた²⁾。

日本では、この術式の初期は術野をカメラ視と直接視で見るハイブリッド型の手術が広がったが、徐々に胸腔鏡で手術を完遂する完全胸視下胸腔鏡下手術が広まり始めた³⁾。開胸術と比較した優越性も報告されてきた。

2020年現在、ほとんどの施設での肺葉切除がこの完全胸視下胸腔鏡下手術となっている。この術式は基本的に三角形を描くような3つの孔から、カメラと鉗子を挿入しモニターに映した画像で剥離や切離を進める方法である。ある程度の触覚を感じながら、また鉗子先端と重要血管の距離に留意しながら、カメラの拡大視も使用し、開胸では見えない部位や細い血管も確認できる点で優れている。定型化されてきたこの手技はしばらく呼吸器外科の標準術式として守られていくであろう（図2A, 2

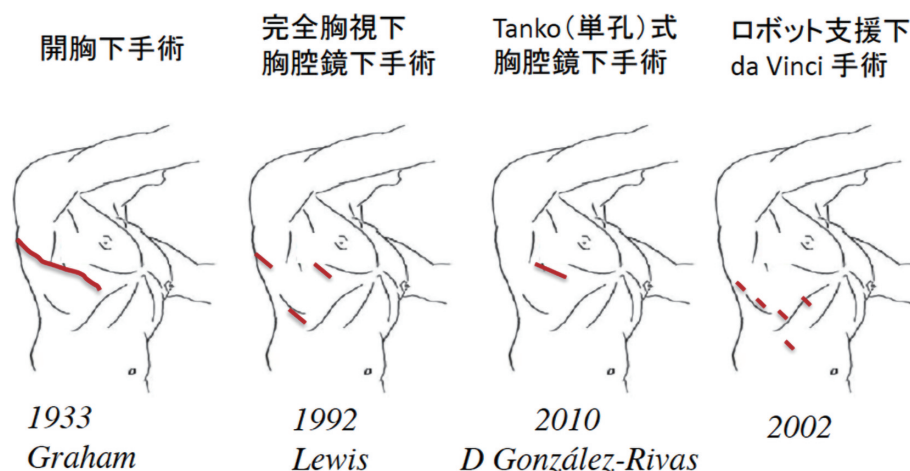


図1. 呼吸器外科 手術手技の変遷

B)。

2010年頃から出てきた Tanko (単孔) 式の手術も現在、注目を浴びている⁴⁾。一つの創からカメラと鉗子を挿入して、肺葉切除を完了する手技である。この利点は、①開胸創の数を減じる。創長を小さくできる。②肋間神経痛の発生頻度が少ない。③モニター視で行う前方アプローチの超小開胸手術視野であるため、開胸手術の経験を生かしやすい。④孔を前腋窩線上に置き、デバイスを肺門に対して寝た姿勢で胸腔内に挿入するため、従来のポートアクセス主体の胸腔鏡下手術よりも、直接、血管にアプローチ可能で、道具の出し入れも少なく、閉開胸の簡便さと相まって手術時間の短縮が行えることなどの利点を、現在施行している施設は掲げている。

Tanko 式には上記利点を挙げると、項目は多いが、重要血管を扱う胸部外科に関しては安全性と操作性に疑問は残る。分葉が良好で、比較的操作しやすい症例には許容できると考えるが、VATSとロボット手術と比較すると、しばらくの間、Tanko 式の優越性に関しては、施設により意見は異なるであろうが、十分な検証が必要である (図 2B)。

近年、注目を浴びてきたのが、ロボット支援下の手術である⁵⁾。胸部手術の分野での最初の報告は、特に胸腺摘出術で2000年初期に報告されはじめた。Ashtonらは、28歳の重症筋無力症患者の胸腺摘出術の da Vinci ロボットシステムでの最初の成功例を報告した⁶⁾。

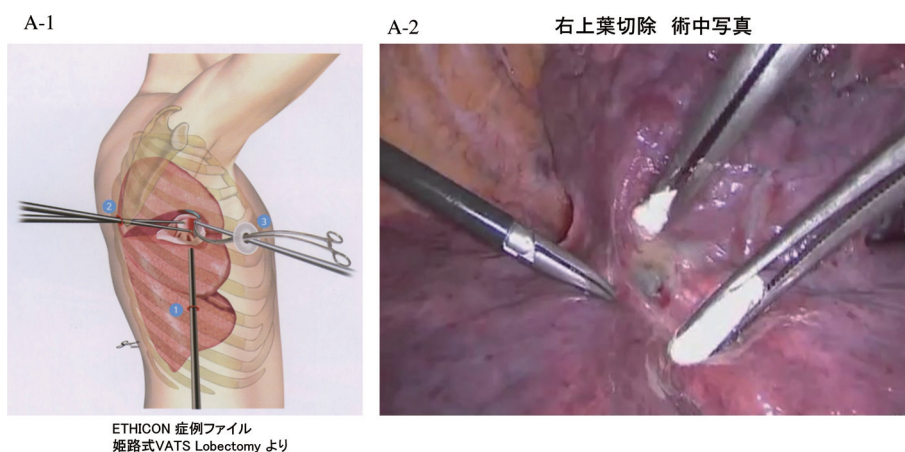
呼吸器外科は2018年から保険収載となったが、この術

式は北米ではすでに2000年頃から広まり、さまざまな臓器の手術に応用されてきた。本邦では、自費診療で進めていた施設もあるが、当時の胸腔鏡手術の定型化と合間って、日本では安全性の観点から、保険収載に至るまでに時間を要した。これらロボットの利点は数多くあるものの、前述の完全胸視下の精度が高く、また定型化されているので、臨床情報としてその優越性を検証するのは未だ困難ではある⁷⁾。

しかしロボットの利点を十分に生かす手術をすることは意義のあることと考えている。

その特徴は通常の VATS では届かない部位に、アームが届くことである。手首を曲げるような操作と拡大視にて通常では見えない視野で操作することで安全性と精度が上がるのが利点である。触覚を感じるができない欠点を、拡大視で組織状態を確認することで補うことが特徴で、この操作が上手くいくと、非常に精度が高い手術が可能である。初期の導入にトレーニング時間とコストがかかることが挙げられるが、ロボットでしかできない操作を手術の中の場面で上手く出していくことが差をつける内容となる。

ロボット手術で考えなければならないことは、コストに見合った患者側の利益を示さなくてはならないことである。現在までの VATS と比較した報告ではその利点、欠点に関して異なった結果が報告されていることや、血管損傷などの合併症、長期成績に関しては未だ明確でない部分がある。ロボット手術が優れている可能性は、操作性がもたらす安全性と合併症発生の軽減、深い場所での操作が必要なリンパ節郭清から、正確なリンパ節転移



ETHICON 症例ファイル
姫路式 VATS Lobectomy より

図 2 A. (完全鏡視下) 胸腔鏡下手術

の診断からもたらされる長期成績の改善などである。これらはわれわれ自身が自ら取り組んで、検証しなければならない(図2C)。

現在、呼吸器外科の肺葉切除を挙げると上記の術式が存在する。創の大きさ、数、精度の高さなど、各々の良い点、悪い点を見極め、確実な手術をすることが重要である。手術手技に関しては、根治性、安全性など今後さらなる検証が必要なのは言うまでもない。また施設間で対応可能な範囲に差があることは否めない事実である。

これからの手術トレーニング

外科医療の目標は何か問いかけた時、基本的には、高い精度で、安全に、確実に手術を遂行することである。それには何が必要なのか？技術の継承と鍛錬である。

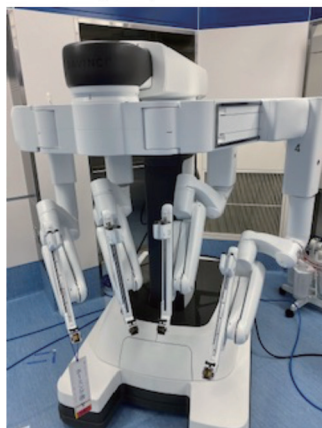


図2B. Tanko (単孔) 式 胸腔鏡下手術

歴史的には外科トレーニングは、卓上で可能な縫合実習の臓器モデルからはじまっている(図3)。近年では、人工肛門モデルや、腸管モデルが、臨場感のある素材となり、卓上でトレーニングには最適なものが出てきた。徳島大学の外科同門会では、外科全体で定期的なドライラボを中心としたセミナーや内視鏡手技の検討会を開催し、外科への興味や教育へとつなげている。トレーニングの基本となる縫合実習などのドライラボは外科手技に興味をもたらすトレーニングの基本として大切に残すことが重要である。

当院では内視鏡下低侵襲手術に焦点を当てた卒前卒後一貫トレーニングプログラムの構築を申請しており、われわれもこのプログラムに乗って教育する準備をしてきた(図4)。現在はまだ大きな軌道には乗っていないが、医学科・歯学科4年生から、スキルス・ラボでの実習を授業の中に導入し、初期臨床研修からクリニカルアナトミーラボでのトレーニングにつなげ、高度医療実践力をつけるために、未固定遺体を用いたサージカルトレーニングをその後の専門医取得につなげていくことを理想としている。医学部2年生での解剖学実習を組み入れて、卒前、卒後一貫教育ができれば大きな流れとなる。これからの予定として、3D臓器モデルでの手術トレーニングを融合させて、より完璧な環境を整え実行したいと考えている。これらの医療人リメディアルプログラムを数値化して結果を出すには少し時間を要し、現時点の課題である。

ペイシャントカート



右上葉切除 術中写真

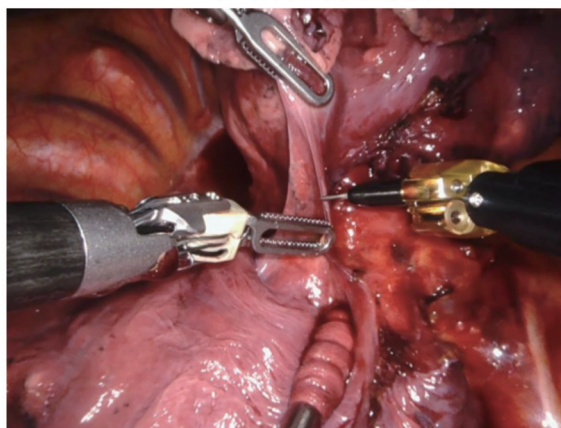


図2C. ロボット支援下手術

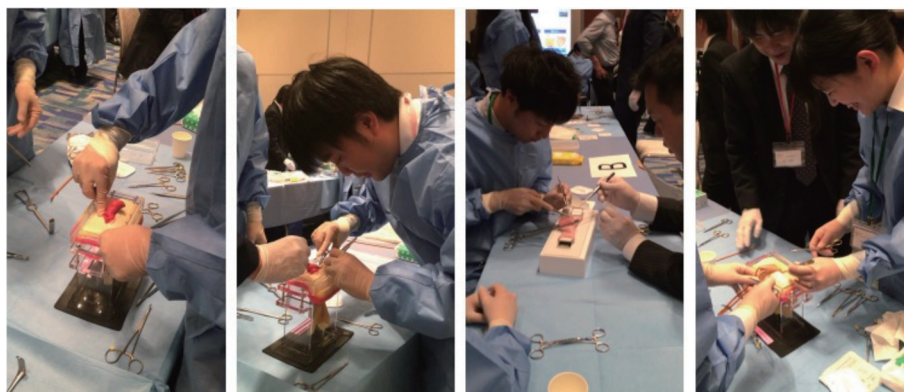


図3. 腸管縫合実習風景

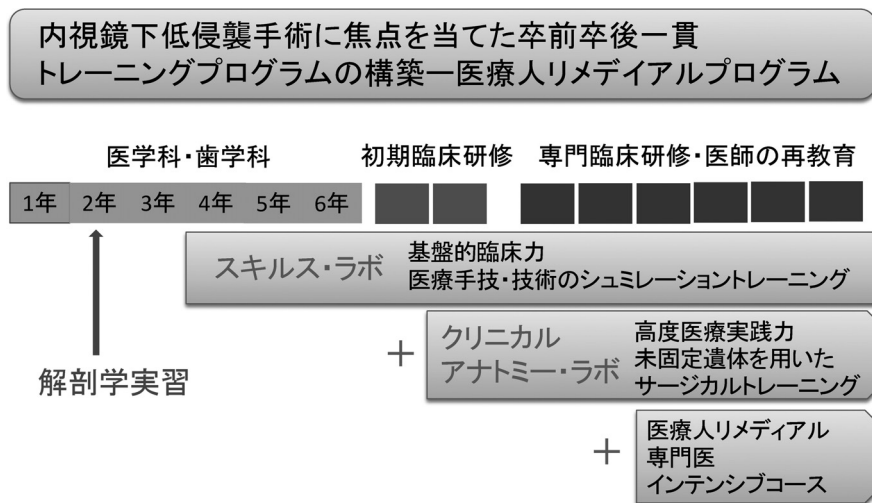


図4. 医療人リメディアルプログラム

理想的なトレーニングモデルはあるのか

前述の手術の変遷から、技術習得のためには若手医師の内視鏡手術のトレーニングは必須となる。しかし、理想的なモデルがないことと、十分なトレーニング時間が取れないことが問題となる。

徳島大学スキルス・ラボルームにはシミュレータや、ドライラボの内視鏡トレーニング機材などが備わり、その他授業で体験する模型も備え、非常に良い環境で教育が行える環境にある。

近年、われわれが取り組んでいるのは、ドライラボで肺葉切除トレーニングの可能な FasoLab 社の臓器モデ

ルと骨格モデルである。骨格はウレタンを原料とし、臓器はポリビニルアルコールを主原料とし、特殊な糊のような質感で膜の解剖を再現している。

あらゆる臓器は膜の構造が大事であり、臓器を再現する重要な点である。肺臓器モデルは葉間を開くと、肺動静脈、神経や気管支、リンパ節も再現されており、弾力性や把持感は実際の臓器に近似しており、強く引っ張るとちぎれるような脆弱さも持っており、現行の臓器モデルでは肺葉切除のトレーニングに最も適している (図5 A-D)。このモデルは日本人の平均的な成人男性のCTデータをもとに3Dデータを作成し、同データをもとに3Dプリンタと注型技術を組み合わせて開発されている。テーブルに置いてトレーニングでき、ストルツ社の5mmの直視スコープを使用する。これにマイクロSDを

入れることで、トレーニングを簡便に録画することができる。後の振り返りや、研修医の成長具合を再現性を持って分析することが可能となる。器具さえあれば、ステープラーやエネルギーデバイスを使用でき、実際の手術の感覚を養うことができること、時間や場所を選ばずトレーニングできることが利点である。また助手の鉗子の動きも同時にトレーニングできる。実際の鉗子を使うことで、三次元の感覚や距離感をつかむことをトレーニングでき、ラーニングカーブが格段に早くなるトレーニングモデルである。目標としているのは、一人の研修医のトレーニングの状況をルーブリック型の評価で点数化し、経時的な技術の向上を追うことで、トレーニングの有用性を検証することである。

これらはロボット支援下のトレーニングにも取り入れている。手術室に移動してトレーニングでき、非常に有用である。臓器モデルは量産されていないためコストが少しかかることで、やや使用に制限がかかることが難点である。3Dプリンタを使用した臓器モデルも出てきてはいるが、血管などの剥離や切離の感覚を体感できるモデルは未だ市販される段階にはきていない。

おそらく近日には、Virtual Reality (VR) training が出てくると考えているが、具体的な情報は得られていない。VRに近い感覚の現行のトレーニングとしては、ダビンチの simulator training (図6) である。図のごとく Virtual で鉗子を動かして縫合から結紮や鉗子の動きに関するあらゆるトレーニングを3Dの画面で実際のロボット

手術と非常に近似した感覚で行えるトレーニングであり、ロボット手術のトレーニングには非常に適している。これからのVR画像の技術革新に期待したい。

クリニカルアナトミー教育・研究センターでの Cadaver トレーニング

徳島大学では、平成25年1月に、施設整備補助事業(平成25年度補正)で徳島大学(蔵本)総合研究棟(医学系)、徳島県地域医療再生計画基金(徳島県補助金)と大学の自己資金により合築整備されたクリニカルアナトミー教育・研究センターを持ち、Cadaver トレーニング(ご遺体を用いた手術トレーニング)が可能となった。準備室にはご遺体を管理、保管する冷凍庫、CT室、MRI室を装備し、解剖室内には現在さまざまな医療器具を取り揃えている(図7)。各サージカルトレーニングプログラムはCALを運営する委員会および大学病院の倫理委員会の承認後に行われ、実施者は献体者の倫理観、死生観、宗教観に配慮し、ご遺体への尊厳と礼を失ふることのないように常に留意し実施している。

また、徳島大学でのCadaver トレーニングの利点は、未固定遺体(凍結された御遺体)を使用できることである。西日本唯一となる未固定遺体を用いたサージカルトレーニング施設であり、献体受入、感染症対策、倫理審査の体制を整備している。未固定遺体は最も生体に近く、Thiel法より、重要臓器、血管、神経の同定に優れていると言われている。

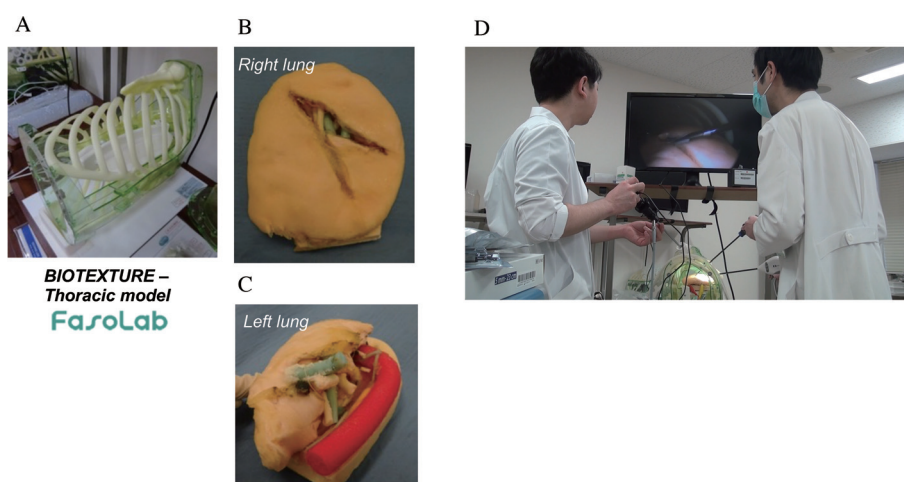


図5. 臓器モデルトレーニング

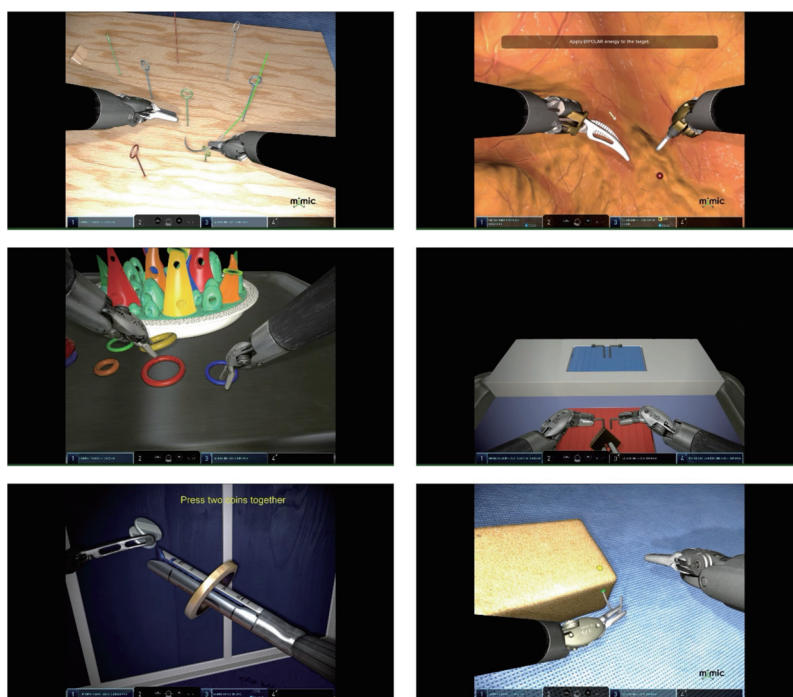


図6. Da Vinci simulator training



図7. クリニカルアナトミーラボ

これまでに行ってきたわれわれ、呼吸器外科でのトレーニングは、肺葉切除のトレーニング、剣状突起下拡大胸腺摘出術、胸膜中皮腫の胸膜切除術、肺尖部胸壁浸潤癌のシミュレーションなどである。研修医のトレーニングや、新しい術式を導入する時のトレーニング、患者

数の少ない希少な手術などを、講師を招喚して教えていただくトレーニングなどに最適であった。いずれも非常に有意義なトレーニングとなり、新しい術式の導入などには大きな安心感を持って臨めることができた（図8）。

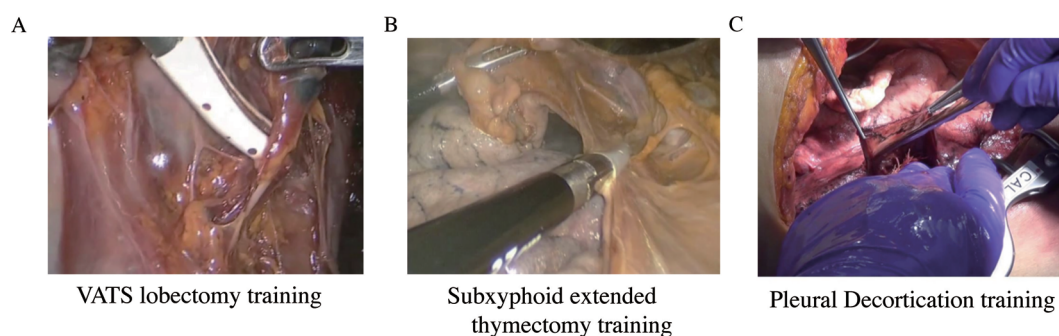


図8. Cadaver トレーニング— thoracic surgery

Cadaver トレーニングの最大の利点は実際のヒトでトレーニングする臨場感と緊張感である。フレッシュな状態であると、臓器の質感は実際の手術とほぼ同じような感触でトレーニングできる。Cadaver トレーニングでは、①皮膚切開、ポート位置、鉗子の距離感は、格段に実践に近い ②新鮮な状態での組織は柔らかく、把持、剥離感覚は手術とほぼ同じ感覚 ③臓器の色調は手術とほぼ同じ感覚 ④臓器の脆弱性を体感できる ⑤臨場感の近似性から、希少な術式のトレーニングや新たに導入しようとする術式のトレーニングに最適であることなどである。

Cadaver トレーニングでのみ体感できることは、医学部の解剖実習で学ぶ、ご遺体で勉強させていただき、感謝、チームで学ぶ精神的な成長を基本的な軸とし、実際の体を扱うことの礼節を学ぶことができる大事な実習の一つとして位置付けなければならない。Cadaver トレーニングを通じて、実臨床での患者へ取り組む姿勢がより良いものとなる。

最先端技術を維持し、より高みへ登るためには、Cadaver、臓器モデル、シミュレーショントレーニングの利点をよく理解し、各々を生かしたトレーニングを構築することが必要である。Cadaver には持っていない、臓器モデルのよさや、臓器モデルでしなければならないこと、Cadaver すべきことなど、両トレーニングの融合教育を上手く取り入れることが重要と考えている⁸⁻¹⁴⁾。

解剖学と手術教育

医学部2年生から始まる解剖学実習で、人間の臓器の

素晴らしさを学び、ご遺体を扱う尊さを学ぶことは、将来の外科を目指す医師にとって重要となる教育である。解剖学実習とクリニカルアナトミーラボを融合して教育できるシステムを構築すれば、外科への興味を抱かせる良い教育方法となるかもしれない。

複雑・高度化した手術手技を安全に遂行するための技術習熟は、ドライラボやウエットラボでのトレーニングに加えて、CALによるシミュレーショントレーニングを活用することで、より短期間に実現可能となってきている。解剖学教室と協働し、トレーニングに適した臨床解剖モデルを作成できれば、手技の定型化や新規技術開発への大きなステップになり、さらに高度なスキルアップを目指すことができるであろう。3D プリント技術を用いた血管や膜の微細解剖を正確に再現したモデル、また VR モデルの開発なども決して夢ではない。

外科医療がより高みに登るために、また、患者のために安全で確実な手術を遂行するため、これからも未来の手術医療の発展を目指して取り組んでいきたい。

謝 辞

白菊会の皆様の尊い御意志に心より感謝いたします。

文 献

- 1) 常塚啓彰, 井上匡美: 〈特集「内視鏡外科手術の最前線」〉呼吸器外科における内視鏡手術 Up-to-Date. 京府医大誌, 127(4), 231-238, 2018
- 2) Coosemans, W., Lerut, T. E., Van Raemdonck, D. E.:



第48回徳島大学白菊会総会2015-6-4



納骨堂

Thoracoscopic surgery: the Belgian experience. *Ann Thorac Surg.*, **56** : 721-30, 1993

- 3) 日本呼吸器外科学会/呼吸器外科専門医合同委員会：呼吸器外科テキスト. 南江堂, 2016
- 4) Guido-Guerrero, W., Bolaños-Cubillo, A., González-Rivas, D.: Single-port video-assisted thoracic surgery (VATS)-advanced procedures & update. *J thorac. Dis.*, **10(Suppl 14)** : S1652-S1661, 2018
- 5) 日本呼吸器外科学会 呼吸器外科ロボット支援手術検討部会：呼吸器外科 ロボット支援手術実践マニュアル. 2019
- 6) Ashton, R. C. Jr., McGinnis, K. M., Connery, C. P., Swistel, D. G., *et al.* : Totally endoscopic robotic thymectomy for myasthenia gravis. *Ann Thorac Surg.*, **75** : 569-571, 2003
- 7) O'Sullivan, K. E., Kreaden, U. S., Hebert, A. E., Eaton, D., *et al.* : A systematic review of robotic versus open and video assisted thoracoscopic surgery (VATS) approaches for thymectomy. *Ann Cardiothorac Surg.*, **8** : 174-193, 2019
- 8) Greene, C. L., Minneti, M., Sullivan, M. E., Baker, C. J. : Pressurized cadaver model in cardiothoracic surgical simulation. *Ann Thorac Surg.*, **100** : 1118-1120, 2015
- 9) Raemer, D. B. : Simulation in cardiothoracic surgery : a paradigm shift in education? *J Thorac Cardiovasc Surg.*, **138** : 1065-1066, 2009
- 10) Baker, C. J., Sinha, R., Sullivan, M. E. : Development of a cardiac surgery simulation curriculum : from needs assessment results to practical implementation. *Thorac Cardiovasc Surg.*, **144** : 7-16, 2012
- 11) Nesbitt, C., Tingle, S. J., Williams, R., McCaslin, J., *et al.* : Evaluating the construct validity of a pulsatile fresh frozen human cadaver circulation model for endovascular training. *Ann Vasc Surg.*, **52** : 237-243, 2018
- 12) Carey, J. N., Rommer, E., Sheckter, C., Minneti, M., *et al.* : Simulation of plastic surgery and microvascular procedures using perfused fresh human cadavers. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.*, **67** : e42-48, 2014
- 13) Varga, S., Smith, J., Minneti, M., Carey, J., *et al.* : Central venous catheterization using a perfused human cadaveric model : application to surgical education. *J Surg Educ.*, **72** : 28-32, 2015
- 14) Redman, T. T., Ross, E. M. : A novel expeditionary perfused cadaver model for trauma training in the out-of-hospital setting. *J Emerg Med.*, **55** : 383-389, 2018

The newest surgical technique for thoracic surgery and the use of the 1 clinical anatomy laboratory

Mitsuteru Yoshida, MD, PhD¹⁾, Akira Tangoku, MD, PhD¹⁾, Kosaku Higashino, MD, PhD²⁾, Kazuya Kondo, MD, PhD³⁾, Takashi Iwata, MD, PhD⁴⁾, Masashi Akaike, MD, PhD⁵⁾, Hiroomi Kanayama, MD, PhD⁶⁾, and Yoshihiro Tsuruo, MD, PhD⁷⁾

¹⁾*Department of Thoracic, Endocrine Surgery and Oncology, Tokushima University Graduate School of Biomedical Science, Tokushima, Japan*

²⁾*Department of Orthopedic Surgery, Shikoku Medical Center for Children and Adults, Kagawa, Japan*

³⁾*Department of Oncological Medical Services, Tokushima University Graduate School of Biomedical Science, Tokushima, Japan*

⁴⁾*Basic Education in Medicine and Health Care, Institute of Liberal Arts and Sciences, Tokushima University Graduate School of Biomedical Science, Tokushima, Japan*

⁵⁾*Department of Medical Education, Tokushima University Graduate School of Biomedical Science, Tokushima, Japan*

⁶⁾*Department of Urology, Tokushima University Graduate School of Biomedical Science, Tokushima, Japan*

⁷⁾*Department of Anatomy and Cell Biology, Tokushima University Graduate School of Biomedical Science, Tokushima, Japan*

SUMMARY

Recently, endoscopic surgery is the most common procedure in the field of thoracic surgery. The newest thoracic surgery approaches are the video-assisted thoracic surgery (VATS), the one-port video-assisted thoracic surgery, and the robotic surgery. The individual advantages and disadvantages of these procedures have been discussed. VATS covers a field of view of the surgical field from the leg to the head. The basic method in performing VATS is that the surgeon operates on the abdominal area of the patient and the assistant expands the surgical field from the patient's back. It is currently the standard surgical procedure. The advantage of one-port VATS is the one port itself and its cosmetic advantages and pain reduction. The advantage of robotic surgery is that it has a clear three-dimensional enlarged field of view and can be performed using the delicate moving robotic arm. However, a good surgical training system should be established for the familiarization of these procedures. The clinical anatomy laboratory is the most efficient surgical training in addition to dry and wet lab training. Our institution has fresh-frozen cadavers, which are rare in Japan. The participating thoracic surgeons underwent training for VATS lobectomy, subxiphoid extended thymectomy, and pleurectomy decortication.

This training is beneficial for educational and clinical purposes. In the future, we must obtain consistent surgical education before and after graduation using fresh-frozen cadavers. At the same time, a good organ model for training is also necessary. The surgeon has to cooperate with anatomy doctors for the development of a good surgical organ model. For the development of future surgical medicine, surgical training programs should be implemented.

Key words : thoracic surgery, fresh frozen cadaver, surgical training