

AEGIS-Women イベントご報告（第34回日本内視鏡外科学会総会）

第34回日本内視鏡外科学会総会（現地と Web のハイブリッド開催）にて、2021年12月3日 AEGIS-Women、インテュイティブサージカル合同会社共催セミナー「ロボット支援下手術セミナー—ロボット支援手術を安全かつ円滑に導入するための取り組み—」を開催いたしました。本セミナーは、日本内視鏡外科学会と AEGIS-Women、インテュイティブサージカル合同会社の共催で開催されました。

本セミナーは AEGIS-Women 会員ページにて動画配信しております。

AEGIS-Women 会員専用コンテンツ 動画サイト

<https://www.aegis-women.jp/member/index.html>



「ロボット支援下手術セミナー—ロボット支援手術を安全かつ円滑に導入するための取り組み—」



講師：大阪赤十字病院 消化器外科 野村 明成 先生

【ロボット支援下手術とは】

直腸癌手術では根治性、機能温存、安全性の3つをバランスよく両立することが求められます。腹腔鏡下手術では骨盤腔の深部が直視可能になりますが、機器の可動域により操作が制限を受ける場合があります。

一方、ロボット支援下手術は腹腔鏡下手術の発展型です。カメラ、右手、左手、Retraction arm（第3の手、Third arm）を自分で操作する関節機能を駆使することにより、精細かつ愛護的な操作が可能となる究極のチーム手術です。

開腹手術、腹腔鏡下手術、TaTME、ロボット支援下手術の中で、病理学的評価・腫瘍学的予後などは TaTME がすぐれているかもしれませんが、完全にひとり勝ちのモダリティは存在しません（Simillis C et al. Ann Surg 2019; 270(1): 59-68）。開腹手術とロボット支援下手術の比較では、ロボット支援下手術が腫瘍学的な観点で同等か少し勝る結果が出ています。The ROLARR Randomized Clinical Trial では、腹腔鏡下手術とロボ

ット支援下で開腹移行率に差は出なかったものの、サブグループ解析では高難度手術でロボット支援下手術の優位性があることが示唆されました。TaTME とロボット支援下手術の比較については決まった結果はでていません。

ロボット支援下手術は腹腔鏡下手術と比べ、ラーニングカーブが短いという報告（Park IJ（2019）：J Gastrointest Surg、Jimenez-Rodriguez RM（2013）：Int J Colorectal Dis、Sng KK（2013）：Surg Endosc、Park EJ（2014）：Surg Endosc、Yamaguchi T（2015）：Surg Endosc、Foo CC（2016）：World J Surg）があり、高い教育効果があるのではないかと考えられます。

【ロボット支援下手術を安全かつ円滑に導入するための取組み】

① 導入決定から初回手術までの具体的な取組み（術者として、チームとして）

手術支援ロボットを使うには、手術成績の向上のために周到な準備、鍛錬、手術チームの構築が重要です。そのためにロボットの特性を十分に理解する必要があります。また、チーム医療ですから、「以心伝心力」の向上が必要です。マニュアルの作成・配布、ビデオによる予習・自習環境の整備、シミュレーションとリハーサル、骨盤モデルを用いたドライラボでのシミュレーションなどを行っていきます。

私は、日本にロボットが入る前の2008年に坂井先生（当時京都大学消化管外科教授）のご指導で高麗大学に短期留学し、Seon-Hahn Kim 教授の元でロボット支援下手術を見学し、直腸癌に対するロボットの有用性を実感してきました。2013年から約4年間、佐賀大学で能城先生が導入されたロボット支援下手術の手術手技の標準化に携わりました。坂井先生の腹腔鏡下手術のノウハウと、能城先生のロボット支援下手術のノウハウを融合して直腸癌手術の標準化を行いました。

まずは腹腔鏡下直腸癌手術の標準化を行い、続いて院内 Certification を定め、能城先生が審査員として未編集ビデオによる技術審査及びシミュレーション訓練データによる審査を行い、仮免許が出てからロボット手術を行いました。指導医の監督下で手術審査を行い、独り立ちしてよいと判断されたら独立技術者認定となります。

シミュレーターでコンスタントに高得点を出せるようにし、導入後も訓練を継続しました。シミュレーターを使ってトレーニングができるのも、ロボット支援下手術の利点かもしれません。そして、入念なりハーサルを行いました。

次にチームの構築です。例えばアームが干渉したときには、どのように助手が解除する

のかを、術者も手を止めて一緒に見て、覚えていきます。助手自身も円滑に操作を行う訓練をしていきました。

当時、手術支援ロボットによる精緻な手術操作により、下部直腸癌手術の根治性と機能的予後の向上が期待される結果が報告されました（Ann Surg Oncol 2012;19:2485-93、Surg Endosc 2013;27:48-55、Dis Colon Rectum 2014;57:570-577）。坂井先生が編集長を務められた「Springer」の教科書「Laparoscopic Surgery for Colorectal Cancer」でロボットの章を書かせていただきました（Chapter 10、pp197-238）。

その後、2017年に大阪赤十字病院でロボット支援下直腸癌手術の導入・標準化に携わりました。まず、佐賀大学での手術ビデオやスライドを外科のスタッフに配布して勉強してもらいました。初回手術までの3カ月間にマニュアル作成、助手のトレーニング、配置のシミュレーションや助手のリハーサルを行いました。2017年8月に第1例目を行い、現在までに200例ほどのロボット支援下直腸癌手術を行っています。

マニュアル等は、スタッフに手技を覚えてもらうことももちろんですが、自分自身が頭の整理をして予習するのに役立ちました。

手術室での配置シミュレーションは部屋の形によって機器配置のイメージが変わってくるので、どの施設でも初回導入のときに行う必要があります。実際にベッドを傾けて左からロールインし、配置を確認しました。また、スタッフに手術支援ロボットに直接触ってもらいました。

助手のトレーニングについてです。固定メンバーで手術が行えないので、前の手術の助手が次の手術の助手に教えるかたちを取っています。助手はアームをよけてどのようにアシストするか、直腸を引っ張るときに術者の左手と干渉しないためにどのように注意したらいいかなど、体外・体内両方の状況が分かるようにしてリハーサルを行いました。

1例目は、助手の指導として佐賀大学の古賀先生に来ていただいて、問題なく導入できました。その後は、13名のスタッフ全員が手技を習得できるようにチームを構築しました。

【ロボットの特性を最大限に活かすための工夫・導入後のピットフォールの回避方法】

安全で効率的な手術を行うために、ロボット支援下手術で乗り越えないといけないポイントがあります。

- 1、体外・体内での干渉です。干渉してしまうと、メリットが相殺されてしまいます。

- 2、近接拡大視・没入感があるため、視野外・体外での機器の動きを予測しなければ危険です。
- 3、関節機能を最大限に活用することです。
- 4、私は「目触覚」と呼んでいますが、触覚の欠如を視覚で補うことです。腹腔鏡下手術においても、残り2人の触覚を意識する、あるいはビデオを見ているときでも3人の触覚を予測することで、普段から感性を磨くことができると思います。
- 5、体外でのアームの干渉・体内でのシャフトの干渉の回避です。
- 6、危険の予測・死角の予測です。「見えないことは存在しないことではない」。視野外を予測し、動くことが大切です。
- 7、物理的にできることと、安全にできることの区別が大切です。ロボットは感性の増幅装置です。エキスパートであれば手術の昇華につながりますが、危険な操作はより危険性が増幅されます。われわれはプロクターの立場としても安全性を意識して手術を指導しています。

本日使うファソテックモデルは、剥離可能層が見えます。通電可能で、テンションがないまま切ろうとすると、切れなくて焦げつきます。アニマルラボのように命を奪うことなく、安全にトリミングすることができます。

手術ビデオや手術手技書の活用は重要です。「がん@魅せ技」に skin to skin の100分程度の私の手術ビデオを掲載しています。リアルタイムで撮影したもので、見ていただくと実際の手術の手技が分かると思います（「がん@魅せ技」野村昭成：ロボット支援下超低位前方切除術（肛門管内 DST；予防的人工肛門なし）。へるす出版の「消化器外科」でロボット手術の手順を私が、予防的人工肛門を造設せずにリークも起こさないノウハウを、私の右腕の稲本先生が詳しく書いています（消化器外科 44（10）：1487-1505, 2021、消化器外科 44（10）：1593-1606, 2021）。参考にしてください。

【体外や体内での干渉を回避するコツ】

手術支援ロボットは、体外や体内の干渉を回避できれば、関節を使うことで良い道具になりますが、うまく回避できないと非常に手術が難しくなります。

「体内で離れると体外で干渉する」ということを術者は理解しておく必要があります。

次は左手（1番）とカメラ（2番）の関係です。左手を画面の外側に持っていくと、体内での距離が離れるため、体外で1番と2番が干渉します。左手を術野の中に持ってくるとア

ーム同士は離れます。左の方を触りたいのであれば、カメラを左に向けることによってアーム同士は離れます。体内での距離を離れないようにするのがポイントです。あとは、道具を手前で動かすと、この原理で速くアームが起きます。ところが、奥で動かすと体外ではアームはあまり動きません。とても危険ですので、手前で振り回すことはやめるべきです。

体内で4番を動かしたいときに、はさみの存在を忘れて1カ所だけを見ながら動かすと、はさみにヒットしてはさみが動くので危険です。この場合、動かしたい軌道の延長線に、最初にはさみを逃がしてから4番を動かします。

時々、左手の穴にはさみが入ってしまうことがあります。こういうときは落ち着いて、左手を抜いてあげる必要があります。右手を抜きやすいので、注意する必要があります。

体内ではさみと Third arm (4番) のシャフトが干渉すると Third arm が動きます。はさみもしくは Third arm の関節を逃がすことで当たらなくなります。遠景で見るとわかりやすいのですが、実際の手術ではもっと近接して見えていますから、これを覚えておく必要があります。

Linear Stapler 挿入時に視野が悪いときには、まず Linear Stapler をある程度入れて、Retraction arm を左に動かし、出口の方を見せて先端を見るのがよいでしょう。

【ロボット支援下手術に対して意識しておくこと】

腹腔鏡の手術でも意識しておくことよいことは、術者と助手の協調操作による2面間の緊張の維持です。助手に大きな場を展開させて、術者は常に両手を使えるようにすること (free hands) が重要です。視覚で他者の触角をも感知する感性 (目触覚) を養うことをお勧めします。左手は右手の助手であり、助手は術者の助手ですし、逆もまたしかりです。右手が左手の助手であり、術者は助手の助手であることを意識することです。

再現性のある計画的な手術とは術者の主体性・指導性があることです。ビデオを見ているだけで“何をしたいか・何を考えているか”がわかる手術をしましょう。安全を確認し、ランドマークを提示します。術野展開方法やアプローチ方法には、施設ごと・指導者ごとの考え方があり、場当たりの展開は手術時間延長と副損傷のもとですので、少なくともチーム内では統一しておくべきです。

手術チームで全員がスコピスト・助手・術者の役割を理解し、共通のイメージを認識することから手術教育は始まります。手術ビデオを活用し、狭空間深部の微細解剖を共有・

記録できることは手術教育にとって非常に有用です。指導者・被指導者のそれぞれに達成すべき目標があります。

導入施設に求められることとしては、腹腔鏡以上にチーム力が要求されます。術者は背後の目を養わなくてはいけないので、統括力と精神力、的確な指示、意思統一が必要になります。チームでの以心伝心力、振り返り会が大切になります。導入後に再見学を行うのも1つです。TME、側方リンパ節郭清、肛門管内剥離、隣接臓器合併切除などでロボットの特性が最大限に生かされますが、難しい症例と比較的容易なもののバランスが大切です。

プロクタリングを通して学んだことは、安全な導入が責務であるということです。遠慮は禁物で、言っても分からない、危なそうな場面、術野展開が滞るときには、積極的に交代する方が全員のためになります。私もプロクターの経験によって、背後をより客観的に見られるようになりました。

【Take Home Message】

模範的ビデオを完全コピーすることや、自身の手術ビデオを編集することをお勧めします。それらの作業を通じて、全ての機器の動きとその理由を具体的な言葉で解説できる能力がつくと思います。1人でも努力できることではないでしょうか。

消化器外科の女性医師の活躍を応援しています。ロボット支援下手術は、腕力がいらず、一度体得すれば一生忘れません。ラーニングカーブは間違いなく腹腔鏡手術より短く、トレーニングも豊富で、産休・育休等で時間が空いても、ロボットの方が勤の戻りがより早いのではないのでしょうか。助手の経験は必ず術者になっても生きてきます。日本でも女性医師でロボット手術をされている方もいますし、アメリカでは Jamie Cannon 先生が1000例以上の da Vinci 手術を行っています。希望を持ってやっていきましょう。

「ハンズオンセミナー」

続けて、インテュイティブ合同会社ブースにてハンズオンセミナーを行いました。参加者は2名で、1名はロボット支援下手術経験のある先生、1名はこれから導入予定の施設に勤務される先生でした。実際に DaVinci Surgical System を用いて、術者と助手を交替しながらファソテックモデルで、「直腸背面の剥離」と「DaVinci Stapler を用いた腸管切除」の実習を行いま





した。Dual console で講師の野村先生と受講者の先生でコントロールを交替しつつ手技のポイントを解説していただきました。

編集：竹原裕子、大越香江