

TOPICS



Robotic Surgery

—胃癌を中心に—

鳥取大学医学部 病態制御外科学 准教授 若月 俊郎

Robotic Surgery の現状

最近の医療用ロボットの進化は日進月歩であり、外科領域におけるロボット開発は、ナビゲーション機能とマニピュレーション機能の2点を中心に進られてきている。ところが、消化器外科領域においては、対象臓器の変形、呼吸性移動により、術前の画像診断と術中の所見を一致させることはしばしば困難であり、そのためナビゲーション機能が弱いのが特徴である。従って、マニピュレーション機能の開発がより進んできている。マニピュレーション機能はマスタースレープ型手術支援ロボットとして開発されてきており、一番多く使用されているのが手術支援ロボット da Vinci Surgical System であり、ロボットは、医師の指示を忠実に再現するツールとして現在使用されている。da Vinci の利点、欠点を表1、2に示す。現在、全世界で、手術件数は指数関数的増加の一途をたどっており(図1)、泌尿器科、婦人科手術を合わせて80%以上を占めている。消化器外科では、大腸癌の報告が一番多く、次いで胃である。しかし、消化管癌に対する da Vinci 手術の頻度は低く、未確立な治療法であり、とりわけ胃癌に対してはエビデンスが乏しく今後に期待がかかる分野である。

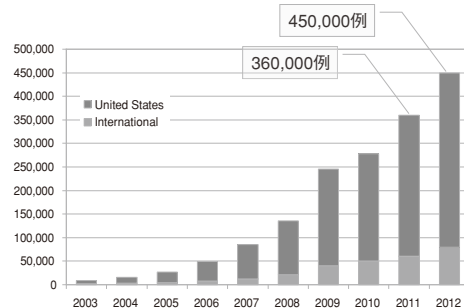
一方、日本では、2009年11月に薬事承認され、2012年4月から前立腺摘出術が保険診療として認められ、2013年3月時点で93台の da Vinci が全国で稼働している。2012年には、国内で2,984例の da Vinci による手術が施行されている。内訳は泌尿器2,396例、消化器310例、胸部外科76例、婦人科75例である。しかし、前立腺以外は、高度先進医療はもちろん保険収載も取れていないのが現状である。当院では、da Vinci S Surgical System を2010年秋に導入し、倫理委員会での審議を経て新しい技術を安全に導入するため、低侵襲センターを設立しこれまで、211例施行してきた(図2)。消化器としては、胃癌、大腸癌に施行してきている。

表1 da Vinci の利点

- 1: 3D 画像で立体感がある
- 2: カメラが固定されており画像がぶれない
- 3: 術者の手ぶれ除去 (filtering)、scaling 機能があり細かな操作ができる
- 4: 鉗子に自由度の高い多関節機能があり、術野の展開に有利
- 5: 一旦把持するとぶれることなくもろい組織でも一定の力で牽引できる

表2 da Vinci の欠点

1. 触覚がない
2. 力覚のフィードバックがない
3. トラブルシューティングの方法が確立されていない
4. 超音波凝固切開装置が使えないなど、腹腔鏡手術で使用できる器具が少ない
5. 機械に慣れが必要
6. 費用が高い



※全ての機種を含む

図1 世界における臨床使用の状況

• 消化器外科	27件 (胃	17	大腸	10)
• 泌尿器科	127件 (前立腺	114	腎	13)
• 女性診療科	21件 (子宮全摘	20	筋腫	1)
• 胸部外科	35件 (肺	23	胸腺	12)
• 耳鼻咽喉科	1件 (中咽頭癌切除	1)

図2 当院の da Vinci 手術例2013.2月末まで211件

低侵襲外科センター委員会

2010年秋 da Vinci 導入されると同時に da Vinci ワーキンググループが設立され、2011年4月から低侵襲外科センター運営委員会となって活動している。メン

バーは院長を筆頭に、女性診療科、泌尿器科、心臓血管外科、胸部外科、消化器外科、麻酔科、ME、手術部看護師長、事務から成り立っている。委員会は、月1回開催され、術者の条件、手術術式申請(手術時間 出血量 IC da Vinci手術中止条件)、手術室の運営、医療費などについて決定している。例えば、術者条件は、日本内視鏡外科学会の技術認定医であること、独立した術者になるには、指導者を招聘し(5例まで)実施指導を受け、見学を含め10例以上の経験が必要とされている。さらに、2011年6月からは月1回 da Vinci手術手技検討会を行い、各科の技術の共有、問題点についての情報交換を行っている。

da Vinciによる幽門側胃切除について

消化器外科では、2011年1月から da Vinciによる幽門側胃切除を開始し、現在まで18例施行している。胃癌リンパ節郭清の特徴は、脂肪組織に包まれたリンパ節を血管周囲から剥離することである。特に脾周囲のリンパ節組織は脂肪に富み脆弱、易出血性で、12a、11pは動脈の背側にあり視野展開が困難である。現在の腹腔鏡手術では、手ぶれがあり、脂肪織を一定の力で牽引することは困難で、脆弱な組織はちぎれやすく出血しやすい傾向にある。さらに視野展開に限界がある。一方 da Vinciの特徴は、表1に示す利点があり特に脾上縁のリンパ節郭清に有用であると思われる。

da Vinci 第1例までのタイムスケジュールを図3に示す。チームを立ち上げてから第1症例まで約4ヵ月間を要している。手術を開始するに当たっては、器械への慣れ、器械使用のコツがあり、必ず外部からの術者招聘が必要と考える。さらに、ポート位置、アームの干渉、患者に当たらないようにするなど助手の役割も大変重要で助手の招聘も必須と考える。

手術は5ポートで行う(図4)。主として右下ポ

ートの助手の鉗子と患者左側の3rd arm(カデイエール)で大きな視野を作り、右手に1st arm(メリーランド)を把持し剥離、切離を行い、左手に2nd arm(フェネストレート)を持ち細かな視野の展開を行う。助手のポートから吸引、止血を行い、ガーゼ、アドバンスドバイポーラ、自動吻合器などを挿入する。手術手順は従来の腹腔鏡下胃幽門側切除手術と同様である。

ポートの位置は腹腔鏡手術の逆台形に比べ左右上方のポートがかなり下方となり弧状を描くイメージである。3rd armが患者左側に来る藤田方式で、3rd armが患者右側に来る韓国方式ではない。全ポート挿入後、肝外側区域排圧のためにオクトパスを心窩部から挿入する。da Vinciのドッキング後は、アームが邪魔になり装着しにくい。気腹圧は8から10mmHgとしている。

手術室全体の配置をイラスト(図5)に示す。患者の両側に助手が1人ずつ付き、患者足側に看護師が付く。麻酔器は患者頭側右側に置き、モニターは患者頭側の左右に1台ずつ置く。

da Vinci手術は、力覚がまったくなく、視覚でこれを補う必要がある。また、超音波凝固切開装置が使用できないため、バイポーラ、モノポーラで代用する必要もある。大網切除など、脂肪組織が多く両手バイポーラを使用している。しかし、出血しやすく、浸出液も多いので、バイポーラに慣れることも重要である。さらに、鉗子移動距離が大きく、クラッチ操作が頻繁に必要なこと、手を動かす範囲に制限があり、狭い範囲で複雑なことをするのが得意な da Vinciには不利と思われる。

リンパ節郭清は、神経を意識してその外側で行う。特にNo12a、11pは、動脈の背側にあり神経を術者左手と助手の鉗子で把持し良好な視野を確保し郭清を行

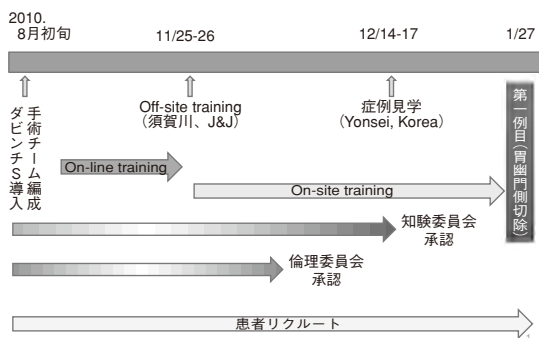


図3 第1例までのスケジュール

①、②、③はダヴィンチ専用トロカール。
④、⑤は通常の腹腔鏡用トロカール

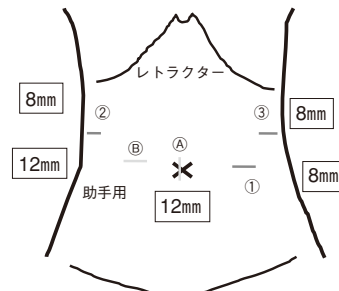


図4 ポート位置

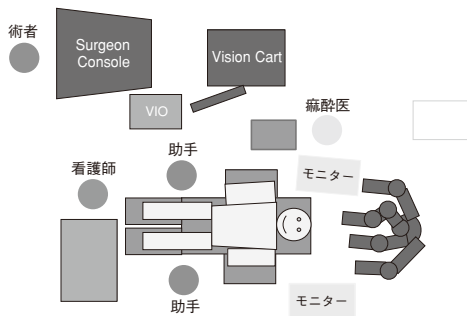


図5 手術室全体の配置

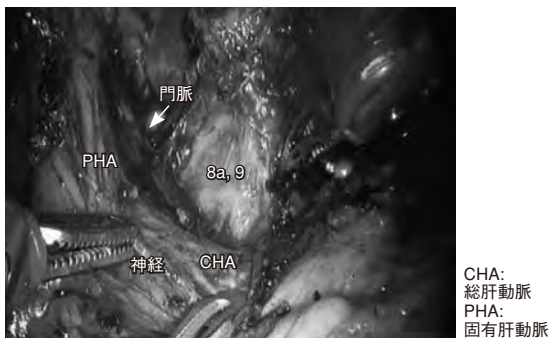


図6 膈上縁リンパ節郭清

う(図6)。視野が確保しやすく、手ぶれがなく一定の力で組織を牽引できるので膈上縁のリンパ節郭清は腹腔鏡手術より容易に感じられる。

D2の成績

実際、胃癌の緻密なリンパ節郭清が安全かつ容易に行うことができているかどうか、表3に示す。対象は2011年1月から現在まで、da Vinciによる胃幽門側切除D2郭清6例、このD2郭清6例と同時期に腹腔鏡手術で行われたD2郭清5例、また2007年5月から2011年5月までに施行された開腹D2郭清16例としている。総リンパ節数：da Vinci 45.3±12.2、LADG 47.8±6.9、開腹40.8±14で、他の方法と遜色がなかった。11pはそれぞれ3.5±2.3、2.3±1.9、2.6±1.9。12aはそれぞれ2±1.3、0.3±0.5、1.3±1.1で膈上縁リンパ節はda Vinciに多い傾向にあった。手術時間は、da Vinciで有意に長く、出血量はda VinciとLADGは同等で開腹手術よりも有意に少量であった。術後合併症、術後入院日数は3者とも同等であった。da Vinci手術は術野の展開、特に接線方向に強く、神経の外のラインが出しやすく緻密なリンパ節郭清が可能で、今後、D2郭清に有用となる可能性があると考えられる。



図7 da Vinci専用の手術室

表3 郭清リンパ節個数

	総リンパ節個数	12a	11p
RADG	45.3±12.2	2±1.3	3.5±2.3
LADG	43.8±10.7	0.2±0.4	1.8±1.9
開腹	40.8±14	1.3±1.1	2.6±1.9

今後

現在癌手術では、根治性、安全性、低侵襲性が求められる。ロボット手術には腹腔鏡手術よりさらに根治性、安全性が高められることが期待されている。

しかし、以下のような問題が存在し、これらを克服することがロボット手術を発展させていくことになる。と考える。

1. コストの低下
2. 日本では未承認な器具の許可
3. 教育の問題：ロボット支援手術トレーニング機械はあるが、術者の育成と教育を行う施設が不十分である。
4. 根治性と安全の担保：ロボット外科技術認定医、専門医、ガイドラインの作成など。
5. 優越性を示す科学的根拠がない：現在、ロボット支援手術の多施設共同前向き臨床研究が計画されている。

当院では、昨年秋 da Vinci 専用の手術室が完成し(図7)、4月からSiの導入が始まる予定である。また、院内独自の da Vinci 助手技術認定制度を作成中である。