

臨床経験

大腸癌に対するロボット手術導入

藤田保健衛生大学下部消化管外科, 同 上部消化管外科*

勝野 秀稔 前田耕太郎 花井 恒一 升森 宏次
松岡 宏 宇山 一郎* 金谷誠一郎* 石田 善敬*

大腸癌に対する da Vinci Surgical System[®]を用いたロボット手術は医学中央雑誌および PubMed で「大腸癌 (colorectal cancer)」, 「ロボット手術 (robot surgery)」をキーワードとして 1999 年 10 月から 2009 年 9 月末までの 10 年間に於いて, 検索しえた範囲内で本邦での報告はなく, 本症例が初の報告である。症例は 77 歳の男性で BMI は 22.4 であった。S 状結腸腫瘍に対して内視鏡下粘膜切除術を施行した結果, 病理組織学的検査で SM 浸潤度 1,000 μ m 以上であったため, 追加手術目的にて外科へ紹介となった。内側アプローチによる下腸間膜動脈周囲のリンパ節郭清や血管処理, 外側からの S 状結腸の授動, 直腸の剥離操作などをロボット手術下に施行した。初例のため, 手術時間は要したが, 術後に特記すべき合併症は認めず, 術後 6 日目に軽快退院となった。今回教室で経験したロボット支援下手術による S 状結腸切除術について文献的考察を加えて報告する。

はじめに

術野が比較的固定されている前立腺手術や心臓血管手術に比べて, 腹腔内で広範囲の手術操作を要する大腸手術においては, da Vinci Surgical System[®]を使用したロボット手術の報告は欧米においても数少なく^{1)~3)}, 今回, 医学中央雑誌および PubMed で「大腸癌 (colorectal cancer)」, 「ロボット手術 (robot surgery)」をキーワードとして 1999 年 10 月から 2009 年 9 月末までの 10 年間に於いて, 検索しえた範囲内で本邦では初の手術症例である。アジア地域においては, 韓国での手術症例が圧倒的に多く, Baik ら⁴⁾によると直腸癌手術に対する臨床比較試験において, ロボット支援下の手術は従来の腹腔鏡下手術に比べ同等の安全性で, 在院日数は有意に短いと報告されている。今回教室で経験した S 状結腸早期癌に対するロボット手術に関して最近の知見を含めて報告する。

ロボット手術開始までの経緯

当院では, da Vinci S Surgical System[®]を 2008 年 12 月より導入し, 現在までに上部消化管手術 25 例 (食道癌 6 例, 胃癌 19 例) と前立腺手術 4 例を施行している。今回大腸手術に対するロボット支援下手術の導入のため, 教室員 2 名が Intuitive Surgical[®]社の研修施設 (Houston, USA) に於いて 2 日間にわたるトレーニングプログラムを受講し, Console surgeon としての資格を得た。また, 大学内の倫理委員会においてもロボット手術施行に関する承認を得た。症例の選別は初例のため, 肥満や腹部手術歴, 併存疾患を認めない症例とし, 骨盤操作を広範囲に必要としない S 状結腸早期癌とした。

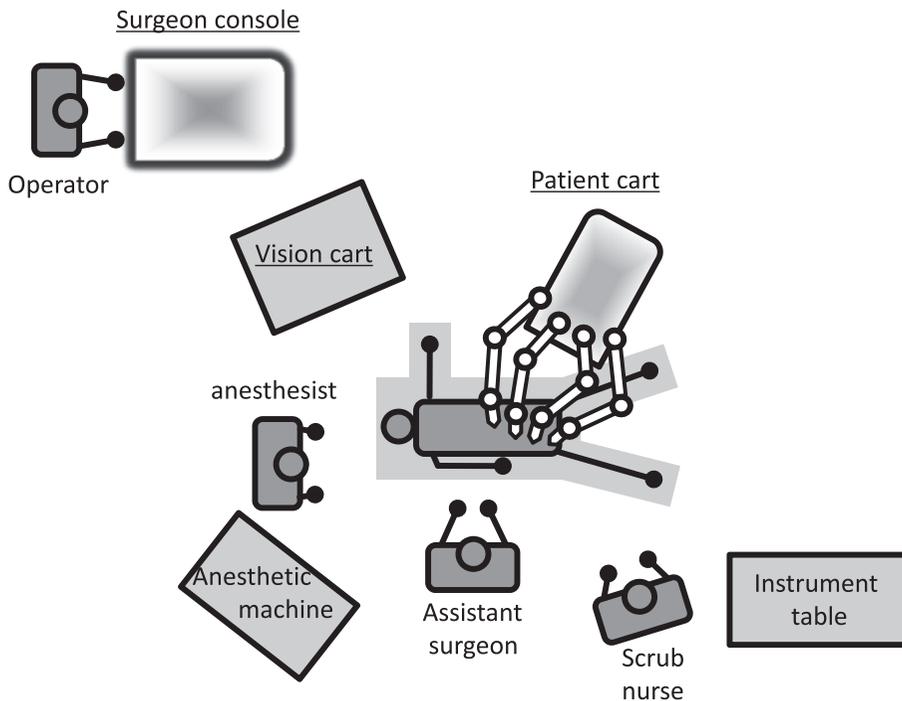
患者とその家族に対しては従来の腹腔鏡下手術に関する説明に加えてロボット手術の導入に至る経緯とその有益性, 報告されている合併症などを丁寧に説明し, 書面にて同意を得た。

症 例

患者: 77 歳, 男性
主訴: 便潜血陽性
家族歴・既往歴: 特記すべきことなし。

<2010 年 1 月 27 日受理>別刷請求先: 勝野 秀稔
〒470-1192 豊田市杻掛町田楽ヶ窪 1-98 藤田保健
衛生大学下部消化管外科

Fig. 1 Operating room configuration



現病歴：近医で大腸内視鏡検査を行ったところ、肛門縁より約30cmのS状結腸に2cm大の腫瘍(Ip)を認め、当院へ紹介となった。消化管内科における内視鏡下粘膜切除術施行後の病理組織検査は、高分化型腺癌、SM浸潤度1,000 μ m以上、ly0, v0, 垂直断端陰性であった。インフォームドコンセントの結果、追加切除を希望され、手術目的で当科へ紹介となった。

入院時現症：腹部手術瘢痕なし。身長160cm, 体重57.4kg, BMI 22.4

手術と術後経過

通常の大腸術前処置と同様に2Lのポリエチレングリコールを前日に服用させ、腸管前処置を行った。

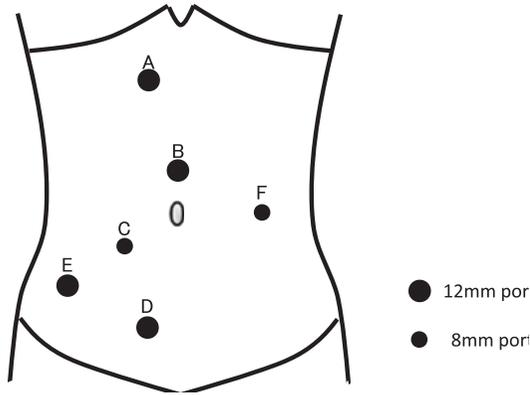
術者が操作するSurgeon console, Camera armを含め4本のarmを持つPatient cart, TVモニターなどを有するVision cartなど手術室のレイアウトを示す (Fig. 1)。

最初に臍上部2cmに12mmカメラポートを留置して腹腔内を観察したが、肝転移は認めなかつ

た。腸管の拡張や癒着も認めないため、ロボット手術を行うこととした。

上直腸動脈処理からS状結腸授動までの腹部操作と直腸を剥離する骨盤操作に分けてポート位置を決定した。それぞれのポート位置を示す (Fig. 2)。ポート挿入後に左側高位のTrendelenberg体位をとり、腸鉗子にて小腸を頭側に挙上して術野を確保した。次に、Patient cartを患者の左尾側よりドッキングした (Fig. 1)。1st armにはEndoWrist[®]製のMonopolar curved scissors, 2nd armにはMaryland bipolar forcepsを装着し主に術者の右手と左手の操作を行った。3rd armにはCadierre forcepsを装着し、主として手術野の展開や剥離操作でのCounter tractionに使用した。内側アプローチで操作を開始し、下腹神経を温存、尿管および精巣静脈を背側に落とした。No.253のリンパ節を郭清し、左結腸動脈を温存して上直腸動脈をAssistant portより助手がClipをかけて結紮処理した。同様に下腸間膜静脈を処理し、腸管口側の切離線に向かって腸間膜を切離した。

Fig. 2 Port placement of abdominal and pelvic set up for robot surgery. [abdominal set up] A : 1st arm, B : camera, C : 2nd arm, D : 3rd arm, E : assistant. [pelvic set up] A : assistant, B : camera, C : 2nd arm, D : assistant, E : 3rd arm, F : 1st arm.



外側からS状結腸を授動した後、骨盤操作のために2nd armをAからFへ、3rd armをDからEへそれぞれ移動した (Fig. 2)。直腸を全周性に剥離し、腸管肛門側の切離予定線にマーキングして直腸間膜をLigasure Atlas[®]を用いて助手が Assistant port より切離した。以上をロボット手術下に行い、吻合操作は従来の腹腔鏡下手術と同様に施行し、手術を終了した。

手術時間は初例のため基本操作に時間を要し、7時間12分であった。内訳は、ポート留置し、Patient cartをdockingしてロボット操作を開始するまで40分、純粋なロボット手術時間は5時間47分、Patient cartのundockingから吻合操作を含めた腹腔鏡手術時間が45分であった。ロボット手術時間の詳細は、上直腸動脈切離まで1時間31分、そこから骨盤操作のためのポート位置変更まで2時間16分、さらに肛門側腸管の切離まで2時間であった。出血量は15gで輸血は行っていない。術後に軽度の創痛を認めたが術翌日から離床可能で、同日排ガスを認めた。第2病日から食事を開始し、その後も特記すべき合併症は認めなかった。術後6日目に軽快退院となった。

考 察

現在の da Vinci Surgical System[®]の発展に寄与する研究は米国の Stanford Research Institute に

て1980年代後半より始められ、1990年代前半に最初のマスタースレイブマニピュレーター (Master-slave manipulator)が開発されたが、システムが巨大で臨床応用されなかった⁵⁾。マスタースレイブマニピュレーターとは、Master(所有者)がSlave(奴隷)を操縦すると意味で、当初は戦地など到達不能な場所において遠隔手術を行う目的で開発された装置の総称である。1994年にFreundらはStanford Research Instituteの知的財産権を取得し、Intuitive Surgical社を設立した⁶⁾。その代表的装置が da Vinci Surgical System[®]であり、1997年3月にベルギーの病院において世界初の臨床手術が行われ、その後ロボット手術が先進諸国で徐々に普及している。2000年3月に慶応義塾大学で本邦初の手術が施行され⁵⁾、近年、根治的前立腺全摘除術⁷⁾や心臓外科での両側内胸動脈剥離術⁸⁾などの報告が散見される。Intuitive Surgical[®]社によると、2009年9月末時点で da Vinci Surgical System[®]の納入台数は全世界で1,308台であり、そのうち米国968台、欧州229台と体勢を占め、本邦はデモ機1台を含めて7台である。

大腸癌に対する腹腔鏡手術は開腹手術に比して創痛軽減、在院日数短縮など短期的な有益性が証明され、oncologicalにも同等の結果が報告されている⁹⁾。また、Bonjerら¹⁰⁾のメタアナリシスでは3年無再発生存率において腹腔鏡手術と開腹手術に差がないことが示され、中長期的な結果が報告されている。

しかし、腹腔鏡手術では以下に示す技術面での短所も存在する。1) 術野が固定されず、腹腔内を広く使う大腸手術においては、第1助手やカメラ助手がある程度手術に精通している必要がある。2) 術者はモニター上の2次元の平面画像で手術を行わなければならない。3) 電気メスや鉗子などの手術器具の関節可動域にかなり制限があり、最良の角度で操作することが困難な場合がある。

da Vinci Surgical System[®]を使用したロボット手術はこれらを克服し、3次元の高解像度画像での手術が可能であり、微小血管や神経まで明瞭に確認できる。この微細な局所解剖の理解は、従来の開腹手術や腹腔鏡手術にfeedbackできるもの

と期待される。さらにロボット手術では、器具先端部の関節可動域が広がり、快適に剥離操作などが可能となった。一方でカメラワークや counter traction など従来助手が施行していた操作まで術者本人が行うソロ手術を基本とするため、相当な労力と熟練を要する手術と思われる。

最近では大腸癌に対するロボット手術の短期的な結果が報告されるようになった。D'Annibale ら¹¹⁾によるロボット手術と腹腔鏡手術 106 例の検討では、手術時間やリンパ節郭清個数に差を認めず、在院日数や術後排便機能も同等とされている。また、da Vinci Surgical System[®]を使用したロボット手術は脾彎曲部の授動、狭骨盤の直腸切離、神経組織の同定、手縫いでの吻合操作において、鉗子の柔軟性や手ぶれしない正確性、3次元画像などが特に有用であると報告されている¹¹⁾。

Baik らの 36 例の検討では¹⁾、手術時間や出血量は両手術間に差がなく、在院日数はロボット手術が腹腔鏡手術に比べて有意に短かったと報告されている。その原因として従来の腹腔鏡手術では、助手の操作などによる医原性の組織損傷の可能性を指摘しているが、詳細は不明とされており、今後ロボット手術が腹腔鏡手術に比して less invasive であることを証明する必要があると考えている。

最重要課題と考えられる手術費用に関して、De-laney ら¹²⁾は、ロボット手術は従来の腹腔鏡手術に比べて 350 米ドルの追加支出を要したと報告している。ロボット手術に使用する鉗子は使用回数が 10 回と決められており、手術で使用する鉗子の数や種類などによって手術費用は変化する。今後は da Vinci Surgical System[®]による、より正確な自律神経温存操作が術後排尿・性機能などにどれだけの有益性をもたらすか耐費用効果を含めて検討が必要である。

今回教室で経験した da Vinci S Surgical System[®]を使用した S 状結腸切除術は 7 時間 12 分を要したが、主な原因は術者と助手の不慣れな点と robot arm の干渉と推測され、Learning curve やポート位置の改良などによって、手術開始からロボット操作終了までの時間は、かなり短縮可能と

考えている。

また、術野の固定化が困難な大腸手術においては、robotic surgery の利点が必ずしも生かされないという議論もあるが、今回の経験ではロボットは一度 docking したら最後まで undocking させずに完遂可能であり、今後直腸癌への応用が進んでも骨盤底まで同様の手技で手術可能と考えられた。

米国と韓国での手術見学および今回の経験から大腸癌のロボット手術は直腸癌手術において最もその長所を生かせると考えており、今後はさらに症例を重ね、最良のポート位置を検索するとともに、本術式の安全性や有益性について検討していく必要性が示唆された。

文 献

- 1) Luca F, Cenciarelli S, Valvo M et al : Full robotic left colon and rectal cancer resection : technique and early outcome. *Ann Surg Oncol* **16** : 1274—1278, 2009
- 2) Spinoglio G, Summa M, Priora F et al : Robotic colorectal surgery : first 50 cases experience. *Dis Colon Rectum* **51** : 1627—1632, 2008
- 3) Rawlings AL, Woodland JH, Vegunta RK et al : Robotic versus laparoscopic colectomy. *Surg Endosc* **21** : 1701—1708, 2007
- 4) Baik SH, Ko YT, Kang CM et al : Robotic tumor-specific mesorectal excision of rectal cancer : short-term outcome of a pilot randomized trial. *Surg Endosc* **22** : 1601—1608, 2008
- 5) 小澤壯治 : ロボット手術の現状と展望. *産婦手術* **17** : 133—140, 2006
- 6) Intuitive Surgical : International Directory of Company Histories. The Gale Group, Inc, 2006. <http://www.answers.com/topic/intuitive-surgical-inc.html>. 2009-01-30
- 7) 吉岡邦彦, 秦野 直, 中神義弘ほか : 手術用ロボット (da VinciTM, Intuitive surgical 社) を使用した根治的前立腺全摘除術 : 本邦初 24 例の経験. *泌尿紀要* **54** : 333—339, 2008
- 8) 小林順二郎 : ロボット手術支援システムによるオフポンプ冠動脈バイパス術. *CIRC FRONTI* **11** : 56—60, 2007
- 9) Aziz O, Constantinides V, Tekkis PP et al : Laparoscopic versus open surgery for rectal cancer : a meta-analysis. *Ann Surg Oncol* **13** : 413—424, 2006
- 10) Bonjer HJ, Hop WC, Nelson H et al : Laparoscopically assisted vs open colectomy for colon cancer : a meta-analysis. *Arch Surg* **142** : 298—303, 2007

- 11) D'Annibale A, Morpurgo E, Fiscono V et al : Robotic and laparoscopic surgery for treatment of colorectal diseases. *Dis Colon Rectum* **47** : 2162—2168, 2004
- 12) Delaney CP, Lynch AC, Senagore AJ et al : Comparison of robotically performed and traditional laparoscopic colorectal surgery. *Dis Colon Rectum* **46** : 1633—1639, 2003

A Novel Approach of Robot Surgery for Colorectal Cancer

Hidetoshi Katsuno, Koutarou Maeda, Tsunekazu Hanai, Kouji Masumori,
Hiroshi Matsuoka, Ichiro Uyama*, Seiichiro Kanaya* and Yoshinori Ishida*
Department of Surgery, Lower GI Division and Upper GI Division*, Fujita Health University

The aim of this paper is to share our first experience of a novel procedure with da Vinci surgical system® for colorectal cancer here in Japan and provide the current status of robot surgery. A 77-year-old male was transferred to our department for curative surgery of sigmoid colon cancer (T1N0M0). The patient was placed in Trendelenburg position and 5 ports were inserted into the abdominal cavity. After that, patient cart with 4 arms was docked on the left caudal side. Superior rectal artery and vein were divided, sigmoid colon was mobilized and rectum was dissected in robotic surgery. The outcomes of this case were comparable to those in the literature in terms of blood loss, morbidity and length of hospital stay, apart from operative duration due to being unfamiliar with robot. Robotic surgery might be feasible and safe procedure for colorectal cancer.

Key words : colorectal cancer, robot surgery, laparoscopic surgery

[*Jpn J Gastroenterol Surg* **43** : 1002—1006, 2010]

Reprint requests : Hidetoshi Katsuno Department of Surgery, Fujita Health University
1-98 Dengakugakubo, Kutsukake, Toyoake, 470-1192 JAPAN

Accepted : January 27, 2010