

報告されている。病理組織診断との比較において、ECの正診率が93.3%、Kappa valueが0.910と良好な成績を報告しており、病理診断と有意な相関があるとしている。

さらに筆者らは、一体型ECによる検討で、EC分類を提唱している。腺腔形態、腺腔縁の形態、核形、核のメチレンブルー染色性、核の偽重層の有無および核/細胞質比の高低をもとに判定され、分類がなされている。EC分類は、病理組織像との対応において質的診断の有用性が示されている<sup>9)</sup>。EC分類の改変は、既報の分類を大きく変えたものではなく、症例の蓄積による修正を踏まえて、より簡便に使用できるように行ったものである。大きく非腫瘍、腺腫、癌腫に大別し、また病理組織学的背景を考慮し、EC1とEC3においては亜分類を作成した。今回の検討では、EC分類が病理組織診断とよく相関する結果が得られた。EC3bと分類された病変がSM深部浸潤以深である陽性的中率が98.4%であり、ECが浸潤癌(SM深部浸潤癌)の診断に有用であることが示唆される。pit pattern診断とEC分類との関係では、EC3b群と診断された病変は60.3%にVN型pit patternを呈しており、間質反応を間接的に反映している病変の可能性も考察されたが、あくまでもECは粘膜表層を観察するmodalityであるので、詳細なDR(desmoplastic reaction)の同定は困難と思われた。さらには、表層粘膜にDRを伴わずにSM深部浸潤を来す病変においては、正確に深達度を想定するのは拡大内視鏡pit pattern同様に一部困難な面もある。だが、粘膜表層における癌細胞の構造異型。さらには細胞異型を詳細に判断することができる点においては、拡大内視鏡をしのぐものと考えられる。

ECは生きた細胞をリアルタイムで観察可能とし、大腸腫瘍の本質に迫った診断を可能とする次世代のデバイスである。今後のECの可能性および展望としては、内視鏡では子測困難とされる遠隔転移因子の細胞レベルでの同定、血流速度または血球そのものの流れを評価することでの腫瘍診断、分子生物学的な知見をダイレクトに反映できる分子イメージングなど、期待する面は非常に大きい。

## 文 献

- 1) Kudo S, Tamura S, Nakajima T, et al. Depressed type of colorectal cancer. *Endoscopy* 27: 54-57, 1995
- 2) Inoue H, Honda T, Yoshida T, et al. Ultra-high magnification endoscopy of the normal esophageal mucosa. *Dig Endosc* 8: 134-138, 1996
- 3) Inoue H, Honda T, Nagai K, et al. Ultra-high magnification endoscopic observation of carcinoma *in situ* of the esophagus. *Dig Endosc* 9: 16-18, 1997
- 4) Yao K, Oishi T, Matsui T, et al. Novel magnified endoscopic findings of microvascular architecture in intramucosal gastric cancer. *Gastrointest Endosc* 56: 279-284, 2002
- 5) 工藤進英, 笹島圭太, 井上晴洋, 他. 診断一拡大内視鏡診断、微細診断の進歩: 超拡大内視鏡EC分類. *日内会誌* 96: 252-265, 2007
- 6) 井上晴洋, 加賀まこと, 佐藤嘉高, 他. 食道一咽頭・食道の扁平上皮領域における内視鏡的異型度診断: 拡大内視鏡所見(IPCLパターン分類)と超拡大内視鏡所見(ECA分類). *消化内視鏡* 18: 453-462, 2006
- 7) Inoue H, Sasajima K, Kaga M, et al. Endoscopic *in vivo* evaluation of tissue atypia in the esophagus using a newly designed integrated endocytoscope: a pilot trial. *Endoscopy* 38: 891-895, 2006
- 8) Sasajima K, Kudo SE, Inoue H, et al. Real-time *in vivo* virtual histology of colorectal lesions when using the endocytoscope system. *Gastrointest Endosc* 63: 1010-1017, 2006
- 9) 工藤進英, 池原伸直, 若村邦彦, 他. 大腸腫瘍性病変に対するendocytoscopy. *胃と腸* 43: 969-977, 2008

## Summary

### Endocytoscopy in the Colorectum

Shin-ei Kudo<sup>1)</sup>, Nobunao Ikehara,  
Kunihiko Wakamura, Hideyuki Miyachi,  
Takaki Kudo, Makoto Katsukawa,  
Yuichi Mori, Yoshiki Wada,  
Kazuo Ohtsuka, Hiroshi Kashida,  
Shigeharu Hamatani<sup>2)</sup>

We have reported endocytoscopy (EC), an ultra-high magnification system, which enables us to observe not only the structural atypia but also the cellular atypia in colorectal lesions. In this study, we used the integrated type EC (XCF-260EC1, Olympus, Tokyo, Japan). We classified the EC findings into 5 groups (EC classification) and evaluated the usefulness of the classification for differential diagnosis. Positive predictive value of each EC group was as follows. EC 1 b (hyperplastic pol-

yp): 100%. EC 2 (adenoma): 75.0%. EC 3 b (invasive cancer): 98.4%. In lesions of EC 3 a, 9.1% were adenomas and 45.5% were invasive cancers. As for the differentiation between neoplastic (EC 2,3) and non-neoplastic (EC 1) lesions, the EC diagnosis corresponded with the pathological diagnosis completely. The integrated type EC system enabled us to observe colorectal lesions at the cellular level in vivo. Our classification of EC images corresponded well with the final pathological diagnosis. Endoscopy was especially useful for differential diagnosis between neoplastic and non-neoplastic lesions and for diagnosing invasive cancers.

- 
- 1) *Digestive Disease Center, Showa University  
Northern Yokohama Hospital, Yokohama, Japan*
  - 2) *Department of Pathology, Showa University  
Northern Yokohama Hospital, Yokohama, Japan*

## 概 論

## 内視鏡治療の現状と展望

工藤進英 豊嶋直也 池原伸直  
林 武雅 林 靖子

## Present state and foresight of endoscopic therapy

Shin-ei Kudo, Naoya Toyoshima, Nobunao Ikehara,

Takemasa Hayashi, Seiko Hayashi

Digestive Disease Center, Showa University Northern Hospital

## Abstract

The advent of magnifying chromoendoscopy has enabled endoscopists to observe the mucosal structures in great detail for precise diagnosis: the pit patterns, irregular vascular patterns with narrow band imaging (NBI), and intra-epithelial papillary capillary loop (IPCL) pattern. The achievement of high resolution images has also improved accuracy of diagnosis for neoplasm in gastroenterology. Endocytoscopy is developed from magnifying chromoendoscopy, and is now under clinical investigation for use.

Many of early gastrointestinal carcinoma has been treated endoscopically, and ESD (endoscopic submucosal dissection) technique, resection of the neoplasm en bloc, has disseminated recent years. The indication for ESD will be broadened in the near future, and the precise diagnosis for the neoplasm is essential, not to loose the interest of patients.

**Key words:** magnifying endoscopy, early gastrointestinal cancer, endoscopic therapy, endoscopic submucosal dissection

## はじめに

昨今、消化管診断学においては、拡大内視鏡の開発・普及により腺口形態 (pit pattern)、毛細血管のパターン (IPCL pattern)、異常微小血管の観察が可能になり、より高度な診断が可能になっている。更に内視鏡機器の進歩に伴う画像解像度の向上が、腫瘍の良悪性診断および深達度診断において一層精緻なものになり、その結果、診断・治療は飛躍的な変化を遂げている。振り返れば、消化器内視鏡学は Kussmaul (1868) による硬性胃鏡からはじまり、前世紀に

我が国を中心に大きな発展を遂げた。内視鏡診断学、更には内視鏡治療の発展によって、正確な診断に基づく安全かつ低侵襲な治療がもたらされ、臨床医学の大きな一翼を担うに至った。しかし、当然ながらその躍進はとどまらず、ますます加速度を増している印象がある。現在、内視鏡診断学は現在成熟期にきており、特に消化管診断学において拡大内視鏡は必要不可欠な存在となっている。

まずその画像においては、いわゆる覗きのスコップを使用していた時代からは考えられないほどの発展を遂げている。デジタル技術の発展

で、当たり前のように高精細の画像が簡便に得られるようになった。また、生検せずに病理診断を行うという発想のもとに誕生した次世代型内視鏡、超拡大内視鏡の出現は特筆に値する。単に標的粘膜に当てただけで、生きた腫瘍細胞の生体内診断が可能になるデバイスである。内視鏡の進歩の一つの源泉の「見えないものを見たい」という根源的な欲求に応え得るであろう。内視鏡画像の進歩は、非常に重要なファクターであり、更なる高精細化は当然望まれるものであるが、画像強調内視鏡を含めた image-enhanced endoscopy と超拡大内視鏡 (endocytoscopy: EC) や共焦点内視鏡 (confocal laser endomicroscopy: CL E) の分野は現在著しい発展を遂げつつある。

### 1. 拡大内視鏡診断から超拡大内視鏡診断まで

拡大内視鏡診断学は拡大内視鏡の開発やその後の医療機器の向上により、近年目覚ましい進歩を遂げている。大腸では生体内で腫瘍表面の pit pattern 観察により、腫瘍の良悪性診断、更には深達度診断が可能になった<sup>1)</sup>。更に機器の進歩に伴い安定した詳細観察ができ、診断が一層精緻なものになった。また食道においては、扁平上皮乳頭内における毛細血管のパターン診断 (IPCL パターン分類) が病変の質的診断に重要であることが示され、その有用性が報告されている<sup>2)</sup>。胃の分野においても同様であり、拡大内視鏡による demarcation line や異常微血管の出現の認識が質的診断における有用性が示されたとの報告がなされている<sup>3)</sup>。以上のように拡大内視鏡の出現は、リアルタイムな消化管粘膜詳細観察、pit pattern や表層の微血管網の変化を鮮明にとらえる能力をもたらし、日常臨床において非常に有用性が高いものであることが判明した。

画像強調観察分野においては、特に narrow band imaging (NBI) の有用性を示す論文が目立っている。大腸ではここ 2-3 年、病変検出における検討、腫瘍性病変における質的診断、更には拡大観察を併用した腫瘍性病変の質的診断な

いしは深達度診断における論文がみられている。病変の検出能に関しては、欧米からの報告では NBI 観察と通常観察での比較試験で腫瘍の検出能に有意差がないとの報告もみられるが<sup>4)</sup>、一方で有用とする報告もあり<sup>5)</sup> 一致してはいない。このように結果が一致しない背景には各研究の間で異なる点があるからと考えられるが、我が国の報告<sup>6)</sup> では、NBI 観察により微小病変の検出能が向上すると報告されている。更に NBI の診断精度を評価するために病理診断と対比させた研究のメタアナリシスでは、様々な消化管分野において、診断精度ならびにその医療抑制効果まで、その有効性が証明されている<sup>1)</sup>。また質的・量的診断においても幾つかの報告がなされている。NBI 拡大内視鏡観察を用いた検討では、Sano ら<sup>7)</sup> は、meshed capillary vessel (MC vessel) の観察が、腫瘍・非腫瘍の鑑別に有用であると、この手法により色素使用回数、生検回数、手技時間、不要なポリープ切除の回避などができ医療費抑制の観点から効率的な検査ができると考察している。更に Hirata ら<sup>8)</sup>、Kano ら<sup>9)</sup> は、NBI 拡大観察による微血管の観察 (血管径や不整度) が、組織学的悪性度や早期癌の深達度診断に有用であることを報告し、NBI 拡大所見の分類を提唱し、その分類が病理組織学的背景と相関していることも報告している。Wada ら<sup>10)</sup> も、同様に NBI 拡大所見の分類 (vascular pattern) を提唱しており、その有用性を報告している。腫瘍の肉眼形態、病理組織の異型度、分化度、更には深達度によりパターンが違うことを詳細に言及している。Sano らの分類をはじめとして、幾つかの分類が提唱されているが、欧米・我が国も含めてグローバルな形で分類が統一される動向にある。

現在まで拡大観察が内視鏡診断学の発展に寄与したことは、大腸の pit pattern 診断を例示するまでもなく明白であるが、超拡大内視鏡の出現は内視鏡診断学を革命的に発展させる可能性をもたらした。生体内での生きた細胞や核の内視鏡観察を可能とする超拡大内視鏡は、まさに今まで見えなかったものが見えるかのように著者らに画像を提供してくれる。その画像はまさ

に仮想生検(virtual biopsy)と呼ぶにふさわしく、固定標本の顕微鏡的観察に迫る技術である。この技術により、今までの固定標本といういわば死んだ検体を用いて推測していた生体内での正常組織、病理組織が生きたまま観察できるわけであるから、その可能性には大きく期待している。拡大内視鏡所見と超拡大内視鏡所見を組み合わせることで、腫瘍の範囲・構造異型、更に細胞異型、核異型まで生体内で診断可能になり、integratedされた動的診断(dynamic diagnosis)が可能になると考える。また大腸腫瘍性病変についてはpit pattern診断と超拡大内視鏡所見を組み合わせることで、腺腫の範囲・構造異型、更に細胞異型まで生体内で診断できるようになってきている。EC分類<sup>16</sup>(図1、EC1は非腫瘍、EC2,3は腫瘍)が提案され、従来のHE診断と異なった生きた腫瘍細胞の診断学が展開されるようになった。内視鏡で病理診断を行うという発想のもと、超拡大内視鏡が現在一般に行われている生検診断に代わるものになっていくのだろうと考えている。

## 2. 今後の消化器内視鏡診断に対する期待

消化器内視鏡においては、そのほかにも大きな課題がある。検査の低侵襲化である。硬性胃鏡からスタートした消化器内視鏡検査は、当初から患者に苦痛を強い、我慢して頂いてきたものであった点は否めない。しかし、技術の発展により内視鏡の柔軟性の改善、細径化がもたらされ、適切な前処置の研究も患者の負担軽減に貢献した。また大腸内視鏡検査においては当初は透視下にて2人で施行されていたものが輪保持短縮法など技法の進歩により透視を用いることなく1人でかつ短時間で患者の負担なくできるようになったのも重要なファクターであった。更に近年の進歩は観察が非常に困難であった小腸の観察を可能にした。カプセル内視鏡とバルーン内視鏡である。小腸が暗黒の臓器と呼ばれた時代は終焉を迎え、様々な病態、病変が判明していくであろう。また、今後は現在の内視鏡に加え、自走式の内視鏡、操縦可能で観察、処置ができるカプセル内視鏡などの発

展が期待される。

## 3. 現行の内視鏡治療と将来の展望

内視鏡治療技術の発展は、開腹手術によるしかなかった消化管の悪性腫瘍を低侵襲で治療することを可能にさせた。そもそも消化管粘膜病変に対する内視鏡的治療は1969年に胃の隆起性病変に対し常岡ら<sup>17</sup>によって開発された内視鏡的ポリペクトミーに始まる。1973年には、現在の内視鏡的粘膜切除術(endoscopic mucosal resection: EMR)の原著が報告され<sup>18</sup>。その後、我が国においても早期胃癌の治療法としてEMRが報告されるようになった<sup>19</sup>。その後、平坦、陥凹型病変に対しても内視鏡的切除が可能となった<sup>20,21</sup>。そして90年代後半に入り大きな早期病変に対して一括切除が可能な内視鏡的粘膜下層切開剥離術(endoscopic submucosal dissection: ESD)が開発。臨床応用され全国的に普及してきているという段階である。

胃の早期癌に対する新しい内視鏡治療法として開発されたESDは、この10年で全消化管の早期癌に対する内視鏡治療法となり急速に普及してきた。そのため従来のEMRでは困難であった病変の一括切除が可能となった。長所は、正確に切除範囲を決定し一括切除が可能であるだけでなく、病変の局在、腫瘍径、性状、潰瘍形成の有無にかかわらず想定した範囲を過不足なく正確に切除できることにある。これにより局所遺残再発の予防や詳細な病理組織学的検索が可能で、更には外科的切除と異なり治療後の臓器温存も可能であり、消化管における早期悪性腫瘍に対する優れた治療法と考えられる。

我が国では胃、食道に対する標準的手法として保険取載が既にされている。しかし、偶発症、治療時間、コストなどの問題もあり、内視鏡治療可能と判断された病変のすべてがESDの適応ではない。施行する側として必要不可欠な条件として、①内視鏡診断学(深達度診断に基づく治療適応の習得)、②内視鏡治療技術(操作、器具に対する知識を熟知しており、かつ止血、穿孔などの偶発症に対し円滑に対応できる技

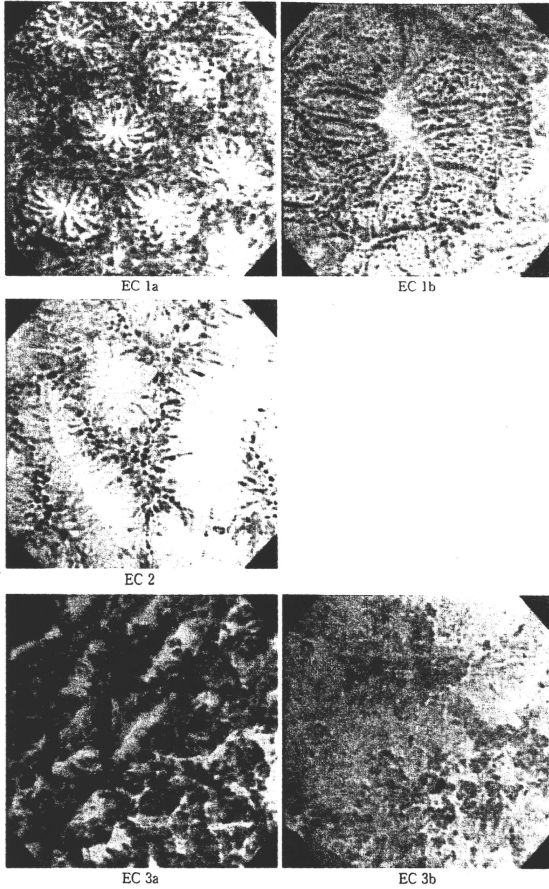


図1 EC分類

術), ③安定した術中管理ができ偶発症, 事故に対する対応(外科的加療含め)が速やかにできる施設であることがあげられる。臓器特性により適応基準は様々で, 特に大腸においては

EMRで十分治療切除が可能な病変も数多く存在する。ESDとEMRの棲み分けについては施設間で相違があり, 一定のコンセンサスが得られていないのが現状である。大腸ESDも保険

取載されることが予想される。それにより多くの施設がESDの適応を広げていくことが予想されるが、腫瘍に対する正確な質的診断ができないために安易なESDが施行され、患者の利益が損なわれることがあってはならない。

胃癌診療ガイドライン第2版<sup>29)</sup>では分化型癌、壁深達度M、腫瘍径2cm以内(陥凹型は潰瘍痕を伴わない病変)が絶対適応であるが、Gotodaら<sup>30)</sup>の報告により適応拡大の可能性が示唆されている<sup>31)</sup>。しかしあくまでも適応拡大病変であり、それで治療が終わりではなく、半年ごとのCT検査などによる経過観察が必要である。適応拡大病変といってもUL-III以上の潰瘍痕を伴うことが予想される病変は穿孔や深部断端が陽性になってしまうことも少なからずあり、その場合は先進施設への紹介、もしくは外科手術を選択した方がよい。また未分化型癌に対する内視鏡治療はまだコンセンサスが得られていない。よって未分化癌(未分化優位の混在型も含めて)の内視鏡治療は患者へのインフォームド・コンセント(informed consent: IC)も含めて慎重を期すべきである。

食道癌診断・治療ガイドライン<sup>26)</sup>では内視鏡治療適応は、リンパ節転移が低頻度な壁深達度EP・LPMまでにとどまる病変が基本である<sup>32)</sup>。しかし一方で食道癌に対する外科的手術は多大な侵襲があり深達度がMM・SM1と予想される病変であっても切除標本の病理組織学的検索で一定の条件(組織型：扁平上皮、浸潤形式：*infa*、脈管侵襲陰性など)を満たせばリンパ節転移が極めて低いことが明らかにされており、診断的治療目的で内視鏡治療が行われることも少なくない<sup>33,36)</sup>。また、以前は術後狭窄が起きるため病変の周在性が2/3周を超えるような病変の内視鏡切除は避けるべきであるとされてきたが、術後早期の予防的拡張術や再生医療的治療法により狭窄をコントロールできるようになってきている。そのため、現在は全周性の切除も可能となった<sup>30,31)</sup>。EMRにおいては局所遺残再発、ESDにおいては偶発症の問題があり、施設間で適応にかなり差があるのが現状である。胃に比べ局注による粘膜挙上が良好で、ス

コープの先端に装着するフード内への吸引も容易なためEMR-Cが簡便に施行でき、ルゴール散布により切除範囲も明確であり、また腫瘍径1cm以下であれば分割切除もほとんどないため、ESDの適応は少なくとも1cm以上の病変にすべきと考える。

大腸腫瘍の大半はほとんどEMR切除可能な2cm以下の良性腺腫である。一方、EMRが困難な病変としては、側方発育型腫瘍(laterally spreading tumor: LST)があげられる<sup>33)</sup>。そのなかでもLST-G(granular type: 結節集簇型)はほとんどが腫瘍性もしくは粘膜内癌病変であり、特に顆粒均一型(homogenius: H)でSM癌はまれである。また拡大内視鏡観察によるpit pattern診断により、壁深達度を正確に評価できるため、スネアによる一括切除が困難な病変に対しても分割切除を含めたEMRが多くの施設で施行されている<sup>34,35)</sup>。大腸は、スコープの挿入・位置固定が容易でなく、解剖学的特性から手技的難易度が高く、限られた施設でのみ施行されているのが現状である。偶発症も出血は胃に比べ頻度は低いが、穿孔率は全国平均で平均6%あり<sup>36)</sup>、便汁漏出による腹膜炎併発の可能性が高く、胃はほとんどが保存的治療で済むのに比し、外科的処置を要する危険性が高い。一方、大腸ESDはまだ保険取載もされておらず、適応に関しては施設間の差が大きい。多くの施設ではESDの適応病変はSM高率、正確な病理組織学的検索が行えない多分割切除による可能性を考慮し、LST-NG(non-granular type)で腫瘍径20mm以上であることを基本とし、それ以外の病変においては、VI型pit patternを認めその領域がスネアにて一括切除できない病変もSM浸潤部の評価が困難となるため、ESDの適応としている。著者らの施設では、EMRに比し偶発症が多く、入院期間も長いESDを安易に施行すべきでないとの立場から適応病変を細かく分類している。具体的にはLST-Gを顆粒均一型(H)と粗大結節型(nodular mixed type: M)に亜分類し、基本的にはEMRだがLST-G(M)でSM浸潤の可能性がある粗大結節部の一括切除が困難なものはESDの適応とし、LST-NGにおいてはflat

elevated type (F) と pseudo-depressed type (PD) に亜分類した場合、PDは腫瘍径が小さくともSM癌率が高く、また non-lifting sign 陽性であることがほとんどなので腫瘍径にかかわらずESDの適応だが、FはVI型pit patternを認めなければSM癌は少なく、non-lifting sign陽性も認めなければEMRの適応としている。実際にはLSTの内視鏡像の違いを正確に診断できる内視鏡医は少ないのが現状であるが、大腸腫瘍の臨床病理学的特徴をよく理解したうえでESDの適応を決めるべきである。

そのほか、以前は進行癌で発見されることがほとんどであった中・下咽頭だが、食道の診断と同様に井上らのIPCLパターン分類をNBI拡大観察<sup>9)</sup>で行うことにより表在癌の発見が可能になった。外科的手術は侵襲が大きいため、明らかなリンパ節転移を認めず、IPCLのVNや潰瘍所見も伴っていないければ診断的治療も含め積極的な内視鏡が行われている。腫瘍径5mm未満のものであればEMR-Cも可能だが、それ以上の病変はESDの適応である。梨状陥凹部であれば腫瘍径が大きくともEMR-Cが可能であるが、それ以外の部位では局注による粘膜挙上が悪いためEMR-Cは難しい。咽頭浮腫、誤嚥のリスクが高いが、中・下咽頭の筋層は厚いため穿孔のリスクが低いので正確な治療が行えるESDが望ましい<sup>10)</sup>。一方で、リンパ節転移のリスクが高いか否かはまだはっきりしておらず、術前後のCTなどによる転移検索、患者への十分なICが必要である。

また、空腸・回腸においてはバルーン内視鏡の開発により止血術やEMRも施行されるようになってきている。十二指腸管壁は大腸より薄くスコープのコントロールも難しいため技術的難易度は高く、血流豊富で胆汁液や膵液の影響を受けやすいことにより後出血のリスクも高いため、治療を施行する部位としては最も難しく危険性が高い<sup>11)</sup>。また穿孔した場合には胆汁や膵液が腹腔内や後腹膜に漏れると重症化する恐れがある。ただ十二指腸乳頭近傍に腫瘍を認めるような場合、手術になると膵頭部切除の可能性があり、over surgeryを回避するためには内視

鏡治療が必要であるが、適応病変についてはまだはっきりとした基準はない。今後ESD施行も予測されるが適応病変が少ないためほとんど報告がなく今後の検討が待たれる。

ESD以外にも内視鏡治療の発展はみられる。NOTES(natural orifice transluminal endoscopic surgery: 経管腔的内視鏡手術)、POEM(per-oral endoscopic myotomy: 経口内視鏡的筋層切開術)、CLEAN(combination of laparoscopic and endoscopic approach for neoplasia: 腹腔鏡・経口内視鏡による粘膜全層切除)などが考案され、実用化されつつある。内視鏡および腹腔鏡を用いた技術の発展は、治療分野の大きな発展に寄与するものと考えている。これら治療の分野では、外科と内科の連携が欠かせない、それに伴い両科の垣根は低くなっており、固定概念にとらわれず、ともに協力し合い、ますます新たな技術が発展していくことが期待される。

## おわりに

### 一若き消化器内視鏡医に願うこと一

とどまることなく進化、発展を続ける消化器内視鏡検査、治療といえども、ハードウェア、ソフトウェアがいかにほどにも発達したとしても、最も大切なものはそれを扱う人間である。医療とは人が人の命を預かり、ともに治していくものであり、それは決して変わらないことを認識すべきである。たとえ、どんなに忙しくても、患者に向き合う一臨床医としての心構えが何より大切で「自分の家族を診るように」診ていくという姿勢が必要である。病変や臓器だけを診るということは言語道断であり、患者を一人の人間ととらえ、更にその背景にある家庭や社会にまで想いを巡らせる必要がある。「もし仮に自分が患者の立場であったのなら」と、その思考を忘れることなく治療に望み、それに付随して、「決して無理をしない」という姿勢も重要である。自らの技術を過信し技術のみに溺れ患者に苦痛や危険を与えるようなことがあっては本末転倒である。

内視鏡には技術と知識を身につけ修練する心



構えを要する、いわゆる職人気質が必要不可欠である。内視鏡技術は先人の努力により築き上げられ、誰もが修得できるようになりつつあるが、一朝一夕に上達するものでは決してない。適切な指導者のもとで、日々自ら鍛錬を怠らない姿勢こそ挿入手技、治療手技の上達につながるは間違いない。初心者では苦痛を伴う大腸内視鏡の練達のため、練習用モデルを用い日々練習する当施設の研修生をみていて考えさせられる。それに併せて、技術を身につけようとする者に対し、適切に指導する指導者としての姿勢が我々先駆者達に求められるものである。以前よりは増えていると思われるが内科になる医師が少ないこの時代に、より多くの若い内視鏡医

を育て、この技術を広めていくことが今後の内視鏡学の興隆には欠かせない大切な務めである。

現在の自分がこうして仕事をしていられるのも、いまだ確立していない分野を開拓していく、フロンティアスピリッツがあったからであろう。今、我々が当然のように用いている医療技術は、内視鏡に限らずすべて先人達のあくなき探究心の賜物であることはいままでもない。その精神を受け継いでいる我々内視鏡医は、既存の技術の更なる発展に寄与するため、努力惜しまず貢献し続ける責務がある。

21世紀に消化器内視鏡医療の更なる飛躍、発展が読者諸氏の努力、研鑽により切り開かれることを強く期待し、また確信している。

#### 【 文 献 】

- 1) Kudo S, et al: Depressed type of colorectal cancer. *Endoscopy* 27: 54-57, 1995.
- 2) Inoue H, et al: Ultra-high magnification endoscopy of the normal esophageal mucosa. *Dig Endosc* 8: 134-138, 1996.
- 3) Inoue H, et al: Ultra-high magnification endoscopic observation of carcinoma in situ of the esophagus. *Dig Endosc* 9: 16-18, 1997.
- 4) Yao K, et al: Novel magnified endoscopic findings of microvascular architecture in intramucosal gastric cancer. *Gastrointest Endosc* 56: 279-284, 2002.
- 5) Rex DK, Helbig CC: High yields of small and flat adenomas with high-definition colonoscopes using either white light or narrow band imaging. *Gastroenterology* 133: 42-47, 2007.
- 6) Adler A, et al: A prospective randomized study on narrow-band imaging versus conventional colonoscopy for adenoma detection: does narrow-band imaging induce a learning effect? *Gut* 57: 59-64, 2008.
- 7) East JE, et al: Narrow band imaging for colonoscopic surveillance in hereditary non-polyposis colorectal cancer. *Gut* 57: 65-70, 2008.
- 8) Rastogi A, et al: Narrow-band imaging colonoscopy—a pilot feasibility study for the detection of polyps and correlation of surface patterns with polyp histologic diagnosis. *Gastrointest Endosc* 43: 45-50, 2008.
- 9) Inoue T, et al: Comparative study of conventional colonoscopy and pan-colonic narrow-band imaging system in the detection of neoplastic colonic polyps: a randomized, controlled trial. *J Gastroenterol* 43: 45-50, 2008.
- 10) Uraoka T, et al: Detectability of colorectal neoplastic lesions using a narrow-band imaging system: a pilot study. *J Gastroenterol Hepatol* 23: 1810-1815, 2008.
- 11) Esat JE, et al: Meta-analysis: narrow band imaging for lesion characterization in the colon, oesophagus, duodenal ampulla and lung. *Aliment Pharmacol Ther* 28: 854-867, 2008.
- 12) Sano Y, et al: Meshed capillary vessels by use of narrow-band imaging for differential diagnosis of small colorectal polyps. *Gastrointest Endosc* 69: 278-283, 2009.
- 13) Hirata M, et al: Evaluation of microvessels in colorectal tumors by narrow band imaging (NBI) magnification. *Gastrointest Endosc* 66: 945-952, 2007.
- 14) Kanao H, et al: Narrow-band imaging magnification predicts the histology and invasion depth of colorectal tumors. *Gastrointest Endosc* 69: 631-636, 2009.

- 15) Wada Y, et al: The diagnosis of colorectal lesions with magnifying narrow band imaging system. *Gastrointest Endosc* 70: 522-531, 2009.
- 16) 工藤進英ほか: 大腸腫瘍性病変に対する endocytoscopy. *胃と腸* 43: 969-977, 2008.
- 17) 常岡健二: われわれの考案した内視鏡下の胃ポリープ切断採取法ーポリープ切断器及び採取器について. *Gastroenterol Endosc* 11: 174-184, 1969.
- 18) Deyhle P, et al: A method for endoscopic electroresection of sessile colonic polyps. *Endoscopy* 5: 38-40, 1973.
- 19) 多田正弘ほか: 新しい胃生検法“strip biopsy”の開発. *胃と腸* 19: 1107, 1984.
- 20) 工藤進英ほか: 平坦・陥凹型早期大腸癌の内視鏡診断と治療. *胃と腸* 24: 317, 1989.
- 21) 工藤進英, 林 俊一: 大腸の平坦・陥凹型早期癌の生検診断ーstrip biop と標本の取り扱いー. *Gastroenterol Endosc* 31: 2845, 1989.
- 22) Kudo S: Endoscopic mucosal resection of flat and depressed type of early colorectal cancer. *Endoscopy* 7: 455-461, 1993.
- 23) 日本胃癌学会(編): 胃癌治療ガイドライン第2版, p6-9. 金原出版, 2004.
- 24) Gotoda T, et al: Incidence of lymphnode metastasis from early gastric cancer-estimation with a large number of cases at two large centers. *Gastric Cancer* 3: 219-225, 2000.
- 25) 小山恒男ほか: ESD による早期胃癌の治療. *胃と腸* 44: 686-693, 2009.
- 26) 食道癌学会(編): 食道癌診断・治療ガイドライン 2007年4月版, p10-13. 金原出版, 2007.
- 27) Oyama T, et al: Endoscopic submucosal dissection of early esophageal cancer. *Clin Gastroenterol Hepatol* 3: S67-70, 2005.
- 28) 小山恒男ほか: 第46回食道色素研究会アンケート調査報告書, 転移のあったm3sm1食道癌の特徴. *胃と腸* 37: 71-74, 2002.
- 29) 小山恒男ほか: 食道扁平上皮癌に対するESDの成績 T1a-MM, SM1を中心に. *胃と腸* 44: 405-416, 2009.
- 30) 井上晴洋ほか: 食道全周性ESDと予防的拡張術. *胃と腸* 44: 394-397, 2009.
- 31) 大木岳志ほか: 食道ESDの未来展望ー再生医療技術の導入ー. *消化器内視鏡* 20: 321-327, 2009.
- 32) 工藤進英: 側方発育型腫瘍(Lateral spreading tumor: LST)について. *早期大腸癌* 2: 477-481, 1998.
- 33) Kudo S: Endoscopic mucosal resection of flat and depressed early colorectal cancer. *Endoscopy* 25: 455-461, 1993.
- 34) Tanaka S, et al: Clinicopathologic features and endoscopic treatment of superficially spreading colorectal neoplasms larger than 20mm. *Gastrointest Endosc* 54: 62-66, 2001.
- 35) Uraoka T, et al: Endoscopic indications for endoscopic mucosal resection of laterally spreading tumors in the colorectum. *Gut* 55: 1592-1597, 2006.
- 36) 津田純郎: 大腸ESDの偶発症とリスクマネージメントーアンケート調査による現状分析から. *早期大腸癌* 10: 539-550, 2006.
- 37) 岡 志郎ほか: 大腸腫瘍の臨床病理的特性からみたスネアEMRとESDの適応と実際. *胃と腸* 42: 1061-1072, 2007.
- 38) 井上晴洋ほか: 中・下咽頭病変の内視鏡的異型度(EA)診断とその治療ー拡大内視鏡所見(IPCLパターン分類)と超拡大内視鏡所見(ECA分類)ー. *消化器内視鏡* 18: 1417-1425, 2006.
- 39) 井上晴洋ほか: 表在性の中・下咽頭癌の治療. *胃と腸* 40: 1270-1276, 2005.
- 40) Muto M, et al: Endoscopic observation of tissue by narrow band illumination. *Opt Rev* 10: 1-5, 2003.
- 41) 岡本耕一ほか: 食道と中・下咽頭におけるESDのメリットと治療成績. *消化器内視鏡* 20: 298-306, 2008.
- 42) Kaneko T, et al: Nonsurgical treatment of duodenal perforation by using a clipping device. *Gastrointest Endosc* 50: 410-414, 1999.

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 一朗\* 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 1,000µm 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<sup>1)~3)</sup>, 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<sup>4)</sup>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) において 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。

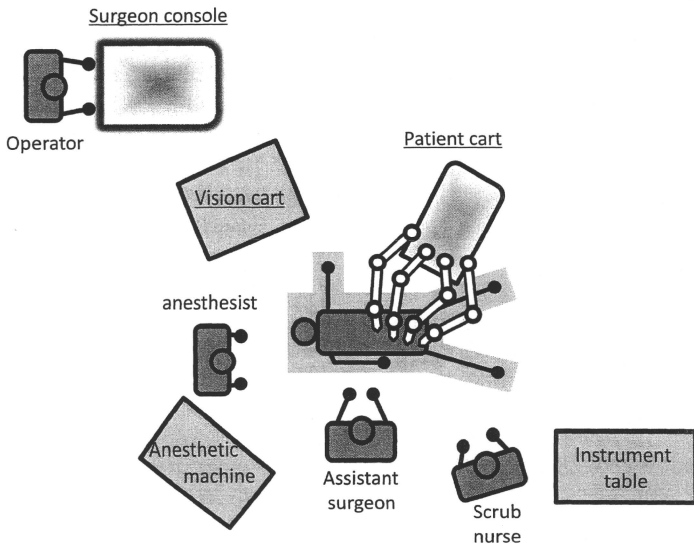
患者とその家族に対しては従来の腹腔鏡下手術に関する説明に加えてロボット手術の導入に至る経緯とその有益性, 報告されている合併症などを丁寧に説明し, 書面にて同意を得た。

### 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 豊明市春掛町田楽ヶ窪 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 $\mu$ 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。

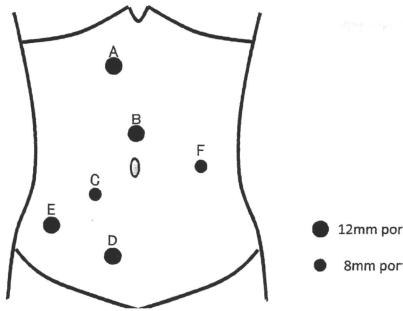
術者が操作するSurgeon console、Camera armを含め4本のarmを持つPatient cart、TVモニターなどを有するVision cartなど手術室のレイアウトを示す(Fig. 1)。

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)。1<sup>st</sup> armにはEndoWrist<sup>®</sup>製のMonopolar curved scissors、2<sup>nd</sup> 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。3<sup>rd</sup> armにはCadiere 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: 1<sup>st</sup> arm, B: camera, C: 2<sup>nd</sup> arm, D: 3<sup>rd</sup> arm, E: assistant. [pelvic set up] A: assistant, B: camera, C: 2<sup>nd</sup> arm, D: assistant, E: 3<sup>rd</sup> arm, F: 1<sup>st</sup> arm.



外側からS状結腸を授動した後、骨盤操作のために2<sup>nd</sup> armをAからFへ、3<sup>rd</sup> 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<sup>®</sup>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<sup>®</sup>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<sup>5)</sup>。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<sup>6)</sup>。その代表的装置がda Vinci Surgical System<sup>®</sup>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<sup>5)</sup>、近年、根治的前立腺全摘除術<sup>7)</sup>や心臓外科での両側内胸動脈剥離術<sup>8)</sup>などの報告が散見される。Intuitive Surgical<sup>®</sup>社によると、2009年9月末時点でda Vinci Surgical System<sup>®</sup>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<sup>9)</sup>。また、Bonjerら<sup>10)</sup>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<sup>®</sup>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<sup>11)</sup>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<sup>®</sup>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<sup>11)</sup>。

Baik らの 36 例の検討では<sup>4)</sup>、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<sup>12)</sup>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<sup>®</sup>による、より正確な自律神経温存操作が術後排尿・性功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<sup>®</sup>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) 小澤壮治 : 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, 森野 直, 中神義弘ほか : 手術用ロボット (da Vinci<sup>TM</sup>, 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, Fisco 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

〔結腸癌〕

## 腹腔鏡下左半結腸切除/S状結腸切除術 出血量を最小限にするための手順と止血のコツ

Technique for pitfall of laparoscopic left hemicolectomy and sigmoidectomy

藤田保健衛生大学下部消化管外科

花井 恒一 前田耕太郎 升森 宏次 松岡 宏 勝野 秀稔

キーワード： 腹腔鏡下手術，左半結腸切除術，S状結腸切除，合併症，予防と対処法

**要旨：** 大腸癌手術の原則は、膜構造を維持し癌細胞散布をさせないように en-block に切除を行うことである。この原則を守り、視野が限られる腹腔鏡下大腸切除術を円滑に進めるには、出血をコントロールしながら膜構造を維持した手術を行うことが重要である。そのポイントは、①中小血管、実質臓器、間膜構造などの解剖学的位置関係を十分理解し、出血しやすい部位を把握しておくこと、②腹腔鏡下手術の特徴に配慮した、鉗子やエネルギー源の器具の適切な選択や手技を行うこと、③助手との連携によって、良好な視野展開で手術を進める、④細かな血管でも止血する、⑤出血時には出血源や出血量に応じた適切な器具を選択し、止血を的確に行うこと、などである。これらを遵守することで、癌手術の原則を守った腹腔鏡下手術が可能となる。

### はじめに

大腸癌の手術の基本は、剥離、授動と郭清において膜構造を壊さずに en-block に癌細胞の散布をコントロールしながら手術操作を行うことである。しかし、出血は正確な剥離層の確認を困難にする。層を誤認すると癌手術の精度が落ち、臓器損傷など合併症の危険性を高くする。特に腹腔鏡下手術では、視野が限られているため、出血するとすぐに血液により視界が悪くなる。さらにカメラに血液が付着すると、レンズを清拭する操作で出血部を見失うこともある。よって、腹腔鏡下手術では特に、出血させない操作が癌手術を円滑に行うためには重要となる。

本稿では、腹腔鏡下左半結腸切除ならびにS状結腸切除術において出血量を最小限にするための手順と、止血のコツについて述べる。

### 基本的な解剖学的知識

#### 1. 主な臓器と膜構造

左半結腸（横行結腸左側から下行結腸）部は、発生学的には上腸間膜動脈に支配される中腸と下腸間膜動脈に支配される後腸の移行部に位置し、腸回転した後、下行結腸は後腹膜と癒合して癒合筋膜を形成し固定される。横行結腸間膜の左側は、脾体尾部の下縁に沿って走行し、Treitz 靭帯を跨ぎ下行結腸間膜に至る。また、大網（胃結腸間膜）は胃の背側に網嚢を形成し、横行結腸ならびに腸間膜の前葉と癒合する。脾結腸曲では脾結腸靭帯と横隔膜結腸靭帯が形成され、大網と結腸、脾が複雑に癒着している。

#### 2. 血管系

左結腸曲を支配する血管は、上腸間膜血管系（中結腸動静脈）と下腸間膜血管系（左結腸動静脈）とが交通している部位である。左結腸曲の動脈間には交通する動脈弓が存在することがある。動脈弓は上腸間膜動脈（SMA）から直接もしくは中結



腸動脈が下腭十二指腸動脈から分岐して、十二指腸空腸曲上縁から下腸間膜静脈 (IMV) に伴行して左結腸動脈 (LCA) と交通すると報告された<sup>1)</sup>。その後、この領域における動脈には、腹腔動脈、SMA、下腸間膜動脈 (IMA) の交通に関与し多くのバリエーションがあることが報告されている<sup>2,3)</sup>。下行結腸から直腸までの主幹動脈は IMA で、多くは Treitz 靱帯の尾側で腹部大動脈から分岐している。中間動脈として S 状結腸動脈が数本分岐し、LCA は S 状結腸動脈から分岐するか IMA から直接分岐することが多い。静脈系の間静脈は動脈と同名静脈が平行して走行し、IMV に流入する。IMV は IMA の左側を走行し、脾静脈または上腸間膜静脈に流入する。

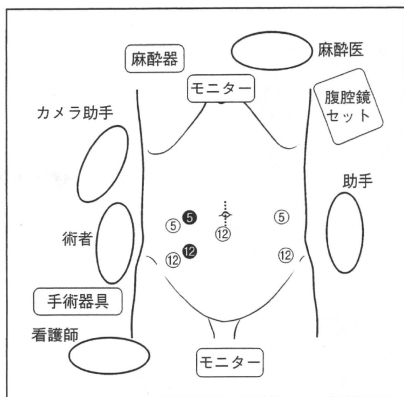


図1 ポートと機器、スタッフの配置  
左半結腸切除術時は、黒丸のポート位置にする。  
臍部の点線は、小切開創を意味する。

## ■ 使用器具

### 1. 定型的な手術器具

- スコープおよびモニター：  
10 mm フレキシブルスコープと腹腔鏡下手術システム
- 鉗子類：  
無傷性の有窓把持鉗子  
弱彎型と強彎型剝離鉗子 (電極付)
- 熱エネルギー：  
へら型電気メス、超音波凝固切開装置 (LCS)  
組織シーリング器具 (リガシユアー)

### 2. 止血に使用する材料および器具

- 腹腔鏡下手術用ガーゼ
- 止血剤 (サージセルなど)
- マクロ型バイポーラ用凝固鉗子
- 着脱式血管クランプ鉗子

## ■ 体位とポートの配置

体位は、レビテーターを装着した大腿開脚水平位とし、マジックベッドで患者を固定する。ポートの配置は、開腹下で臍部に 12 mm を挿入し、計 5 本留置している。(図 1)。

## ■ 腹腔鏡下手術の特徴とその対応

腹腔鏡下手術の特徴として、奥行き感に乏しいこと (二次元視野) や鉗子操作の可動制限、鉗子先端の自由度がないことが挙げられる。たとえば、切開や凝固操作を行うときに、デバイスの先端部とカメラ視線が水平になるときは注意が必要である。これらに対して、3 次元的に頭で理解した鉗子やデバイスの操作とカメラ操作の工夫が必要である。また、術者の左手や助手の鉗子で組織の取り回しを上手く行い、視野を良好にして、癌手術としての精度を落とさず、安全に手術を行うことが重要である<sup>4)</sup>。

## ■ S 状結腸切除術に対する手順

### 1. 下腸間膜動脈領域の腸間膜の授動

気腹後、腹腔内の検索を行った後、助手に直腸間膜を緊張させ、電気メスで岬角付近より後腹膜の膜を切開する。この部位には細かな血管が存在し、いったん出血すると血管が組織の中に入り込み止血しづらくなることや、組織間に血液が入ることで、層の確認がしづらくなる。よって、細かな血管を認めたら、バイポーラなどで前もって凝

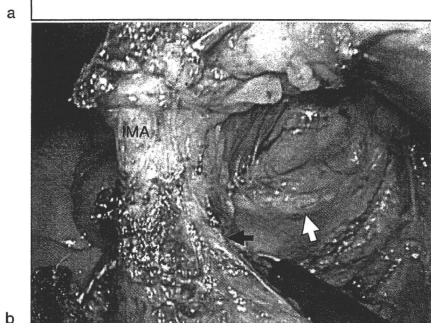
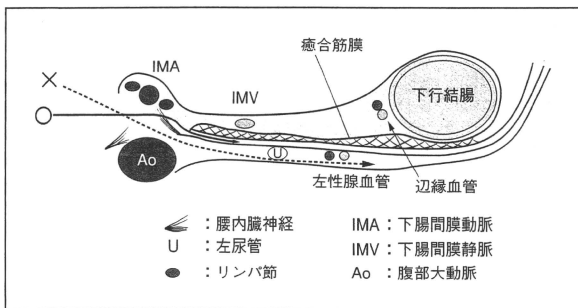


図2 IMA 根部から下行結腸部の横断面(a)と IMA 周囲郭清時の写真(b)

- a : 左腰内臓神経を背側に落とす層 (赤実線) で剥離を進める。左の腰内臓神経を背側の層 (赤破線) で操作を進めると左尿管、性腺血管の背側に入り損傷をする。  
 b : 左腰内臓神経 (黒矢印) が IMA に向けて吊り上がって見えるのがわかる。白矢印は左尿管である。

固するとよい。剥離鉗子で疎な結合織の部分で剥離し、下腹神経と直腸間膜を確認できたら、その間を尾側頭側の両方向へ電気メスでゆっくり切離していく。剥離層の同定が難しい場合には、腹膜の切開を延長して、助手に鉗子で腸間膜を牽引させ、その背側の組織を緊張したり弛緩したりしてもらおうと剥離層を同定しやすい。

下腹神経を温存しながら外側へ剥離を進める。助手が上直腸血管索近傍の腸間膜に持ち替え、腹側に牽引すると腸間膜側に立ち上がる細い結合組織が確認できるので、それらを凝固しながら切離していく。上下腹神経叢を温存しながら IMA 根部に近づくと、IMA 周囲へ分岐する神経枝や脈管が密に混在してくる。その間の剥離や切開操作は、LCS やバイポーラを用いると出血が少ない。IMA とその周囲組織と一緒に鉗子で挙上すると、IMA 根部を取り囲むように左右に吊り上がる腰内臓神経が確認できる。左腰内臓神経は、背側に落とし疎な層に入る。腹腔鏡下手術は、二次元視野の

ため、IMA 根部に近づくと左腰内臓神経と IMA の境界が IMA の影となり、その境界が確認しづらいことがある。その結果、左腰内臓神経の背側の層に入り、剥離層を誤って操作を続けると、尿管や性腺血管が持ち上がり、これらを損傷するので注意する (図 2)。よって、境界が確認できにくい場合は、左腰内臓神経部の剥離は IMA 根部の処理後に行うこともある。頭側外側への剥離は、術者の左手の鉗子で腸間膜背側を挙上して視野展開し、後腹膜組織からの血管の穿通枝を電気メスで凝固しながら左尿管が確認できるまで行う。

## 2. 中樞側リンパ節郭清と血管処理

中樞側郭清は IMA 周囲と同じ高さの IMV まで後腹膜を切開して行う。IMA 周囲組織の郭清は、リンパ漏や出血を予防するため LCS またはリガシユアーを用いる。IMA 根部の結紮にはクリップを用いるが、血管周囲の組織が多いときは不十分なクリッピングとなるため、電気メスや LCS を用

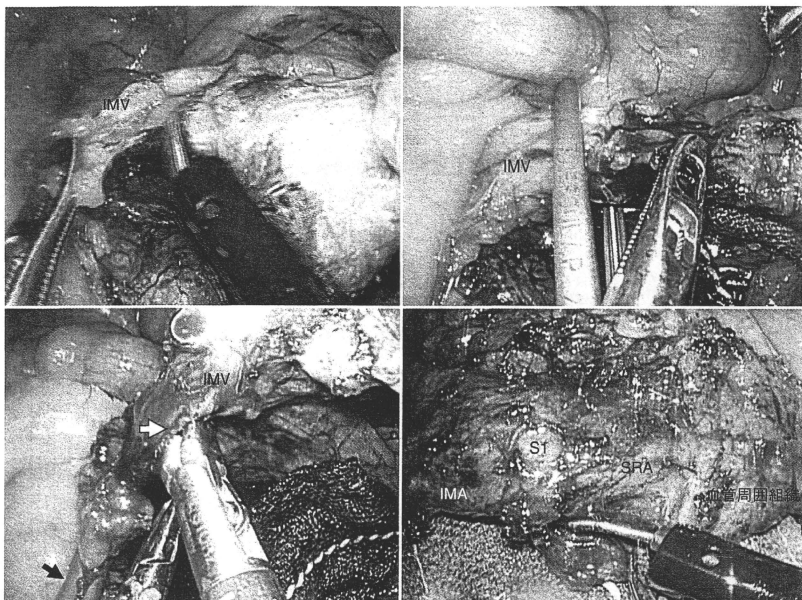


図3 二次元視野におけるピットフォールと出血に対する処置

- a : 奥行き感がなく、電気メスの先端が血管に接しているにもかかわらず、操作を進め血管損傷をきたしている。  
 b : ガーゼでコントロールができないときには、着脱式血管クリップで出血をコントロールする。  
 c : 着脱式血管クリップ(黒矢印)で出血をコントロールし血管を処理するため剝離を行っている(白矢印は出血部位)。  
 d : 組織に緊張をかけることにより、電気メスの先端と組織の間隔がわかりやすい。

a/b  
c/d

いて血管周囲の組織を切離す。その操作で注意すべきことは、電気メスで IMA の外膜に熱エネルギーが伝わると血管損傷を起こすので、組織と血管の間に緊張をかけて操作することである(図3)。クリップ操作は、腸間膜の牽引方向をデバイスの先端方向と血管が垂直になるようにクリッピングする。この操作を怠ると、クリップが不具合を起こし、脱落もしくは血管損傷を起こしやすい(図4)。血管の切離は、後ろに血管がないことをカメラで確認して行う。IMA 切離後は、IMA に分岐する神経を切離し、剝離を IMV まで行う。中樞郭清の指標としたラインで IMV まで郭清し IMV を処理する。

### 3. 腸間膜と腸管の授動

腸間膜の授動は、疎な剝離層に沿って細かな血管を凝固しながら、下行結腸の後腹膜附着部(White line)まで鈍的に行う。強固な癒着により剝離層を迷うときは、血管の走行方向や脂肪組織の質を目安とするとよい。S 状結腸腸間膜部の剝離は、性腺動静脈までを目安とし、小骨盤腔内へは肛門側切離予定部まで進める。外側からの授動は、下行結腸の肛門側の後腹膜附着部の腹膜を切開して行うが、内側からの授動を十分行っているとすぐに交通できる。下行結腸口側は脾彎曲近傍まで、直腸側はダグラス窩近傍まで授動する。注意すべき点は、S 状結腸部は S 状結腸腸と腹膜が生理的に癒着しているので、癒着を認識せずに外側から

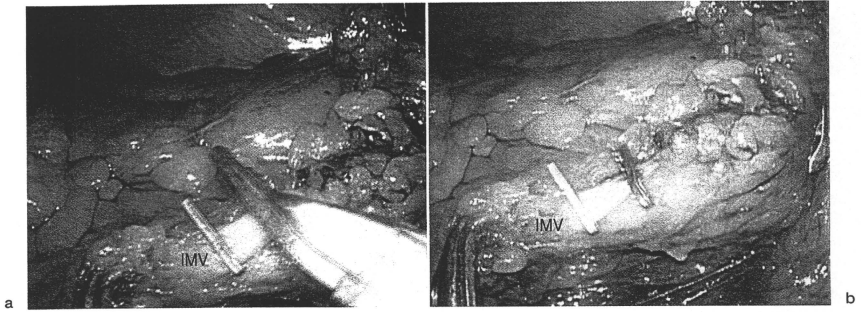


図4 クリッピング時のピットフォール

- a : 血管と垂直になるようにクリッピングをしていない。
- b : クリッピングの不具合が発生しやすい。血管損傷も起きることもあり注意が必要である。

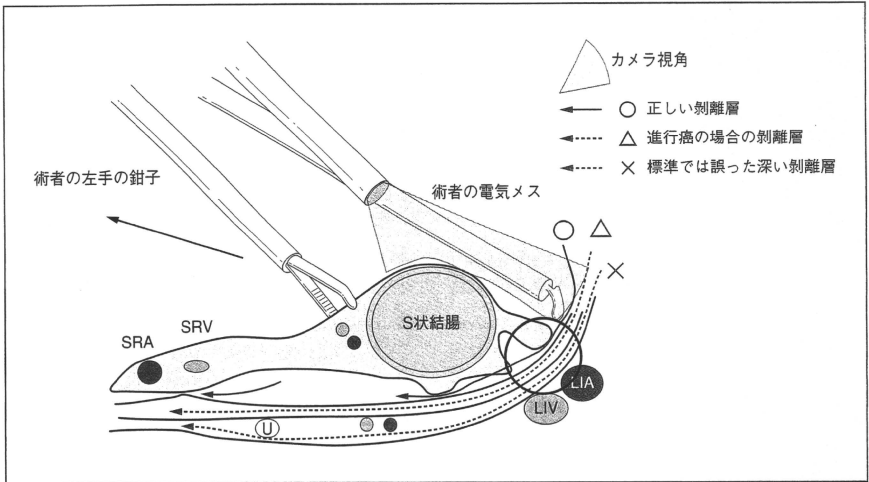


図5 S状結腸部と後腹膜の癒着部のピットフォールとその対処

赤色アミ部分がカメラの視角となり、二次元視野のため電気メスの先端部が死角となりやすい。後腹膜癒着部 (White line) を生理的癒着と誤認すると深い層に入りやすい。電気メスの先端が、腸骨動脈方向に向くと熱エネルギーが腸骨動脈に伝わり (赤丸部)、血管損傷 (赤丸部) の危険がある。助手や術者の鉗子で、黒矢印の方向に視野展開すると安全に電気メスの操作ができる。

LIA : 外腸骨動脈, LIV : 外腸骨静脈, SRA : 上腸骨動脈, SRV : 上腸骨静脈

後腹膜を切開すると剝離層を誤認し、血管や尿管、神経損傷の危険がある。特に、腸骨動静脈前面の腹膜を切開する際は、二次元視野で奥行き感がないため、電気メスの操作に気をつけないと腸骨動静脈を損傷する (図5)。予防のために、内側から

の剝離を行った後、ガーゼを腸間膜の背側へ留置しておくとうい。

#### 4. 腸管切離部位の間膜処理

腸管の授動が十分できたら、肛門側口側切離子