

<特集「ロボット手術の現在位置」>

大腸癌に対するロボット手術の現在位置

日野 仁嗣^{*1}, 塩見 明生¹, 大辻 英吾²¹静岡県立静岡がんセンター大腸外科²京都府立医科大学大学院医学研究科消化器外科学

Current Status of Robotic Surgery for Colorectal Cancer

Hitoshi Hino¹, Akio Shiomi¹ and Eigo Otsuji²¹Division of Colon and Rectal Surgery, Shizuoka Cancer Center²Division of Digestive Surgery, Department of Surgery,
Kyoto Prefectural University of Medicine

抄 録

ロボット支援下手術 (robotic surgery: RS) は, 多関節を有する手術器具, モーションスケーリング, 手ぶれ防止機構, 3D イメージでの拡大視などの機能により, 従来の腹腔鏡手術での短所を補い, より精緻な手術操作が可能となった. 大腸癌領域においては, 狭い骨盤腔内での精密な手術操作や, 胃結腸静脈幹周囲の正確なリンパ節郭清, 体腔内消化管吻合などを行うことに適していると考えられる. 本邦では2018年4月にロボット支援下直腸切除・切断術が保険収載された. 2022年4月にはロボット支援下結腸悪性腫瘍切除術も保険収載され, 今後も症例数は増加していくと予測される. しかしながら, 未だRSの他アプローチに対する優越性に関する強いエビデンスはない. RSの有用性が示唆される報告は多数あるが, 多くが後ろ向きの検討であり, 確固たるエビデンスの構築のためにはさらなる症例集積および適切に計画された臨床試験が必要である. 現在, 多くの企業が手術支援ロボットの開発に取り組んでおり, 将来的にはロボットや周辺機器の低価格化・性能向上に加え, 回線の整備による遠隔手術の実現などが見込まれる. これらの技術革新が今後の大腸癌手術の治療成績の向上につながることを期待される.

キーワード: ロボット支援下手術, 大腸癌, 低侵襲手術.

Abstract

Robotic surgery (RS) has been introduced as a recent advance in minimally invasive surgery for colorectal cancer (CRC). RS uses advanced and specialized technology and can therefore overcome the technical challenges associated with laparoscopic surgery. With regard to CRC treatment, RS enables surgical precision in the deep and narrow pelvis intraoperatively and is also useful for meticulous lymph node dis-

令和4年6月24日受付 令和4年6月28日受理

*連絡先 日野仁嗣 〒411-8777 静岡県駿東郡長泉町下長窪1007番地

h.hino@scchr.jp

doi:10.32206/jkpum.131.08.659

section in the area of the gastrocolic trunk and for intracorporeal anastomosis during CRC surgery. In Japan, RS for rectal cancer was approved for national insurance coverage in April 2018. RS for colon cancer received approval for national insurance coverage in April 2022, and the number of cases of RS is expected to increase. Currently, no robust evidence is available to confirm the superiority of RS over laparoscopic or open surgery for CRC. Although many studies have reported the usefulness of RS, most were retrospectively designed studies; randomized clinical trials are warranted to conclusively establish the role of RS in this patient population. Currently, research is underway to develop novel surgical robotic systems. In future, competition between companies and rapid technological innovations are expected to result in cost reduction and further improvements in patient outcomes of RS for CRC.

Key Words: Robotic surgery, Colorectal cancer, Minimally invasive surgery.

はじめに

本邦では、2009年にIntuitive Surgical社のDa Vinci Sが薬事承認を受け、2010年に大腸癌に対する最初のロボット支援下手術（robotic surgery: RS）が報告された¹⁾。以降は一部の専門施設を中心に臨床試験や自費診療で直腸癌に対するRSが行われてきたが、2018年4月にロボット支援下直腸切除・切断術が保険収載された後は、本邦での大腸癌に対するRS数は急速な増加傾向にある。さらに、2022年4月にはロボット支援下結腸悪性腫瘍切除術も保険収載され、今後はさらなる症例数の増加が予測される。RSは、多関節機能を有する鉗子とモーションスケールリングや手ぶれ防止機能などにより、従来の腹腔鏡下手術（laparoscopic surgery: LS）の操作困難性やカメラの手ぶれなどの欠点が補完される。これらの利点により、より精緻な手術操作が可能となり、臨床的アウトカムの改善につながりうると期待されている。しかしながら、現在のところ大腸癌手術におけるRSの他アプローチに対する優越性を示す強いエビデンスはない。現時点で最大規模のrandomized clinical trial (RCT)として、2017年に直腸癌に対するRSのLSに対する有用性を検証した多国間多施設無作為化臨床試験であるROLARR試験が報告されたが²⁾、RSの統計学的優越性は示されなかった。本邦での2022年版大腸癌治療ガイドライン³⁾においては、“大腸癌に対するロボット支援下手術は、従来式の腹腔鏡下手術と比べて開

腹移行率の減少、泌尿生殖器機能障害の減少を認めるが、コストが高く、長期予後に関する報告は少なく十分に有用性が確立されていない”と記載されるにとどまり、RSの推奨の有無は言及されていない。一方で、大腸癌に対するRS数は年々増加傾向にあることも事実である。これは、多くの大腸外科医が、現段階でのエビデンスの有無に関わらず、手術支援ロボットが大腸癌治療成績の向上につながりうると期待をもっていることを反映していると考えられる。これらをふまえ、本稿では現在得られている大腸癌治療におけるRSのエビデンス、および将来展望について概説する。

直腸癌に対するロボット手術

狭く深い骨盤内での正確な手術操作が要求される直腸癌手術（図1）は、RSの有用性が期待できるよい適応であると考えられ、直腸癌に対するRSは世界中で積極的に施行されてきた。本邦では、2018年4月の診療報酬改定においてロボット支援下直腸切除・切断術が保険収載され、直腸癌に対するRS数は急速に増加している。一方、日本内視鏡外科学会からはRSの安全な導入・普及のために、「消化器外科領域ロボット支援下内視鏡手術導入に関する指針」（https://www.jses.or.jp/modules/robot/index.php?content_id=1）が示され、大腸癌に対するRSを施行できる術者・施設条件が定められている。適宜改訂がなされているが2022年5月13日現在、術者条件の一つとして、消化器外科領域の

RSにおける10例の助手経験があれば該当臓器におけるロボット支援手術認定プロクターの指導のもとコンソール医師として手術を施行することができることとされ、以前よりも術者条件は緩和されている。一方、RSを独立したチームとして始めるためには、チーム内に日本内視鏡外科学会技術認定医が含まれていることが要求されており、内視鏡外科に関する十分な学識と経験を有することが必要とされている。また、RSの質と有用性・安全性の評価のために、2018年10月からは、術前のNational Clinical Database (NCD) システム (<https://www.ncd.or.jp>) への全例登録が義務付けられている。

今まで多くの報告で直腸癌に対するRSの有用性が示唆されているが、他のアプローチとRSを比較したRCTはわずかである。唯一の大規模RCTは先述のROLARR試験であり、本試験では2011～2014年に10カ国29施設から471例(RS 237例, LS 234例)が登録された²⁾。LSとRSの治療成績が比較され、primary endpointは開腹移行率、secondary endpointは術中・術後合併症、circumferential resection margin (CRM) 陽性率を含む病理学的項目、術後生活の質、泌尿生殖機能障害、腫瘍学的(長期)成績と設定

された。結果、primary endpointの開腹移行率は、LS 12.2%、RS 8.1%であり、RSが良好な傾向ではあったが統計学的な優越性は証明されなかった [adjusted Odds Ratio = 0.61 (95% confidence interval 0.31～1.21), $p = 0.16$]。また、secondary endpointに関しても、両群に有意差は認めなかった。これらの結果から、RSの有用性に関する強いエビデンスの構築には至らなかったが、本試験は研究計画における問題点も指摘されている。まず、primary endpointである開腹移行率について、LSは25%と設定され、RSはこれを12.5%に減少させるとしてデザインされているが、実際の全体の開腹移行率は10.1%と想定よりも大幅に低いものであった。さらに、各術式の習熟度の違いについても指摘されている。LSにおいては多くの術者が豊富な経験を有していたが、RSにおいてはlearning phaseにあったと考えられている。これらのことに注意して、本試験結果を解釈する必要がある。

本邦では、Matsuyamaらが多数例での報告を行っている⁴⁾。2018年10月1日～2019年12月31日にNCDに登録された、直腸癌に対するLSとRSの短期成績が、propensity score matchingを行った上で解析された(マッチング後: LS 2843

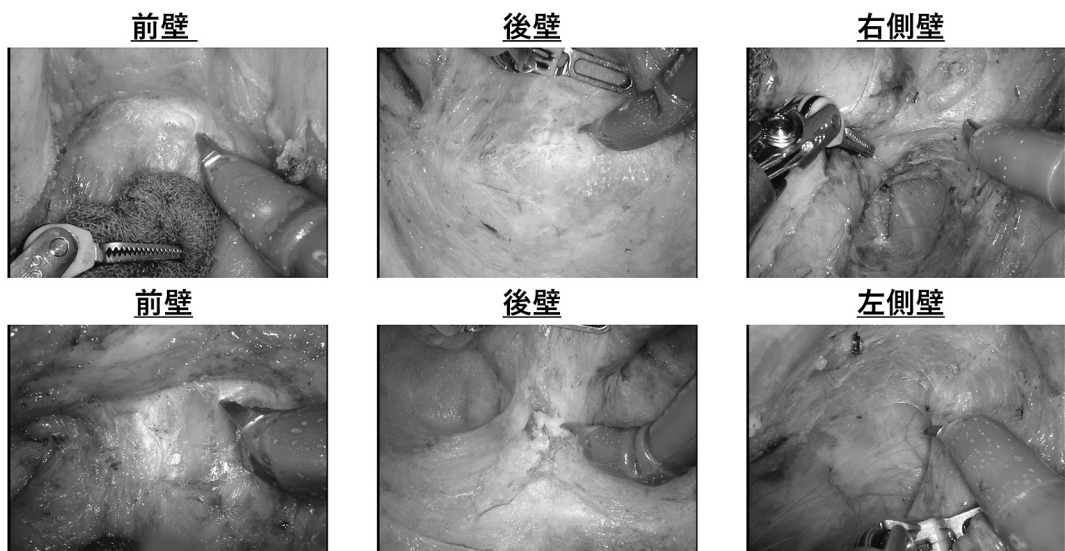


図1 ロボット支援下低位前方切除術における骨盤内操作。直腸授動における直腸周囲の各術野を示す。

例, RS 2843例)。本報告によれば, RSは手術時間こそ長いものの, 開腹移行率, 術中出血量, 術後在院日数, 周術期死亡は有意に少なく, RSの有用性が示唆される結果であった。また, LSは既に多くの施設で豊富な経験があると考えられる一方で, RSは本邦で保険収載されてから約2年以内, すなわち導入期と考えられる治療成績の比較であり, 本邦において安全にRSが導入されていることが示されている。

他のRCTや近年のメタアナリシスによると, 多くの報告で開腹移行率はRSで低値であった⁵⁻⁷⁾。一方, 術後合併症についてはLSとRSは同等とされており⁵⁾⁷⁾⁹⁾, 手術時間に関してはRSで有意に長いという結果であった⁵⁾⁹⁾。

また, CRM陽性率, 摘出リンパ節個数などの病理学的指標は直腸癌術後長期予後を反映するサロゲートマーカーであり, 前述のメタアナリシスおよびRCTにおいてもRSとLSの比較がなされている。これらの中では, CRM陽性率は同等とされており²⁾⁵⁾⁹⁾, リンパ節郭清個数も多くの報告で両群に差はないという結果であった²⁾⁵⁾⁷⁾⁹⁾。RSの有用性が期待された局所の完全切除率の向上(CRM陽性率の低下)であるが, 残念ながら現時点ではRSの優位性を示す結果には至っていない。

直腸癌に対するRSの歴史は比較的浅く, 長期予後に関する報告は未だ少ない。その中で, Qiuらは観察期間中央値12ヶ月以上の長期成績について言及した7文献に対してシステマティックレビューを行い, 全生存期間, 無病生存期間ともにRSとLSは同等であったと報告している¹⁰⁾。本邦においては, Yamaguchiらが単施設でのRSの長期成績を報告しており, Stage I/II/III/IVにおける5年がん特異的生存率が100%/100%/100%/未到達, 5年無再発生存率が93.6%/75.0%/77.6%/未到達, 5年局所無再発生存率が100%/100%/98.3%/未到達, と良好な成績であった¹¹⁾。今後はROLARR試験²⁾や他の大規模RCT(COLRAR試験: <http://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT01423214>, RLAPR試験: <http://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT01985698>)の結果が待たれる。

直腸癌手術においては, 腫瘍の完全切除と同時に可能な限り泌尿生殖器機能温存をはかることも重要である。これらの機能障害は骨盤内臓神経や骨盤神経叢の術中損傷に起因すると考えられる。RSでは安定した視野のもとでの精緻な手術操作によりこれらの神経損傷が減少し, 泌尿生殖器機能温存につながると期待される。実際, 術後排尿障害に関しては術後早期の段階でRSではLSよりも軽度, もしくは少なく¹²⁻¹⁴⁾, 術後排尿障害からの改善も早いことが報告されている¹⁵⁾¹⁶⁾。また, Yamaokaらは各臨床病理学的因子と術後排尿障害との相関について検討し, RSは術後排尿障害の減少と関連する有意な因子であることを報告した¹⁷⁾。また, 術後性機能障害については主に男性で検討されており, RSでLSよりも軽度であり¹²⁾¹³⁾¹⁸⁾, 術後早期に改善すること¹⁵⁾¹⁶⁾が報告されている。

また, RSは, 直腸癌に対する高難度手術においても有用であることが多く報告されている。一般に肥満症例は技術的困難症例と考えられるが, RSはLSと比較して術後在院日数が短く, 再入院率が低いとされている¹⁹⁾。また, ShiomiらはRSでは開腹移行率, 出血量, 術後合併症発生率, 局所完全切除率などの病理学的成績において肥満症例と非肥満症例で差を認めなかったと報告し, 肥満症例におけるRSの有用性が示唆される²⁰⁾。本邦での大腸癌治療ガイドライン³⁾では下部進行直腸癌に対する側方リンパ節郭清(lateral lymph node dissection: LLD)が推奨されているが, 鏡視下での同術式は高い技術を必要とする。近年では, ロボット支援下にLLDを行う施設が増加しており, その治療成績が報告されてきた²¹⁾²³⁾。Morohashiらは, RSでのLLDはLSと比較して縫合不全の発生率が少なく, 術後在院期間も短かったと報告している²²⁾。Yamaguchiらは開腹手術(open surgery: OS)との比較であるが, LLD後の5年局所無再発生存率はRSで98.6%, OSで90.9%と, RSで有意に良好であったとし, RSの長期的な有用性を報告している²¹⁾。さらに, 周囲隣接臓器の合併切除を要する直腸癌手術も高難度手術であり, 今まで, 他臓器合併切除を伴うRSの報告もなされ

ている²⁴⁾²⁵⁾。いずれも高い局所完全切除率，少ない術中出血量，低い開腹移行率が示されており，安全に施行可能であったと報告されている。さらに近年では，ロボット支援下骨盤内臓全摘術の報告も散見されるようになっており²⁶⁾²⁷⁾，今後の症例集積に伴う治療成績の報告が待たれている。以上，高難度手術に関しては依然単施設からの報告が多いが，総じてロボット手術の有用性を示唆するものであると考えられる。

結腸癌に対するロボット手術

結腸癌に対するRSは，ほとんどが欧米諸国からの報告であったが，2020年に本邦初の右側結腸癌に対するRSが報告された²⁸⁾。その後，臨床試験などを経て症例が徐々に増加し，2022年4月の診療報酬改定において，ロボット支援下結腸悪性腫瘍切除術が本邦でも新たに保険適用となった。日本内視鏡外科学会からの指針では，

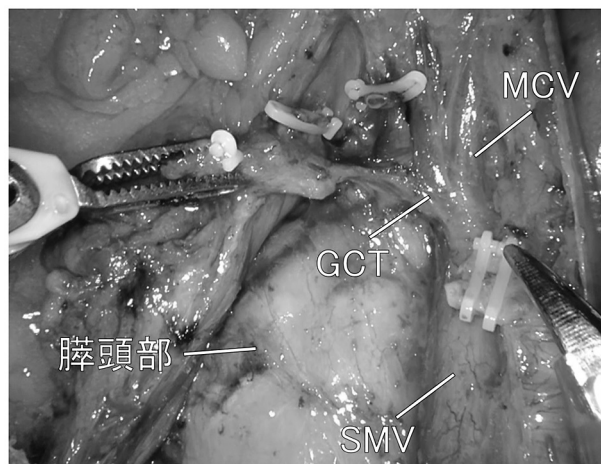


図2 ロボット支援下右側結腸癌手術における胃結腸静脈幹 (gastrocolic trunk: GCT) 周囲のリンパ節郭清および血管処理。Superior mesenteric vein: SMV, middle colic vein: MCV。

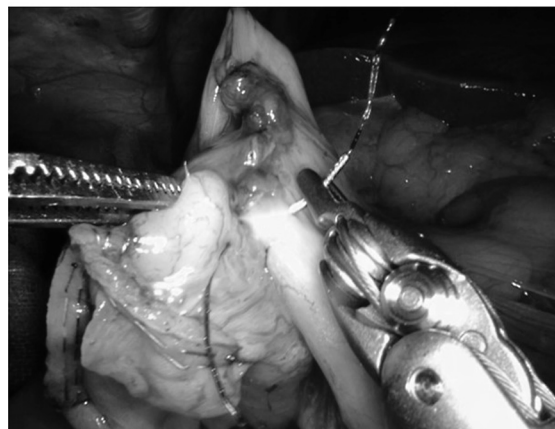


図3 ロボット支援下右側結腸癌手術における体腔内吻合。回腸と横行結腸をoverlap法で吻合しており，自動縫合器のエントリーホールを縫合閉鎖している場面を示す。

消化器外科領域として術者・施設条件は先述の直腸癌の場合と同様であり、術前のNCDへの登録についても義務付けられている。結腸癌においては、特に胃結腸静脈幹 (gastrocolic trunk: GCT) 周囲などのリンパ節郭清、および血管処理など、精緻な手術操作が要求される場面でRSの有用性が期待される (図2)。また、近年注目されている体腔内での消化管再建 (体腔内吻合)²⁹⁾³⁰⁾においても、RSの有用性が見込めるであろう。体腔内吻合は、自動縫合器の挿入や縫合結紮の技術的難度の高さがあるが、RSでは鉗子・デバイスの自由度が高く、より容易・安全に体腔内吻合を実施することが可能となる (図3)。一方で、結腸癌に対するRSの治療成績に関しては、直腸癌と比較してさらに報告は少ない。過去には、LSと比較されたRCTも実施されているものの³¹⁾³²⁾、登録症例数は少なく、結腸癌に対するRSの有用性を検証した大規模RCTは未だ報告されていない。

このような背景の中、近年報告された複数のメタアナリシスにおいてRSはLSと比較して有意に開腹移行率が低いことが示された³³⁻³⁵⁾。また、術後合併症率もRSが有意に低いと報告されており³³⁾³⁵⁾、短期成績におけるRSの有用性が示唆される。一方、手術時間に関してはRSでLSよりも有意に長いことが示されている³³⁾³⁵⁾。

また、前述したように、体腔内吻合もRSの有用性が期待される手技であり、体腔内吻合を施行した結腸癌手術におけるRSとLSの治療成績の比較がなされている。術後合併症率、術後在院日数は同等であったが³⁶⁻³⁸⁾、RSでは体腔内吻合に関連する手技に要する時間が有意に短く³⁷⁾、体腔内吻合におけるRSの技術的な有用性が示唆されている。

腫瘍学的な長期成績については、直腸癌の場合と同様、ロボット支援下結腸癌手術の報告はまだ少数である。LSとの比較が報告されているが、基本的には現時点では差がないとされている³¹⁾³⁸⁾。今後さらなる症例の集積が必要であろう。

本邦においては、結腸癌に対するRSの妥当性を評価するために、多施設臨床試験「切除可能

結腸癌に対するロボット支援下結腸切除術の安全性に関する検討－多施設共同、前向き、ヒストリカルコントロール、feasibility研究－」(jRCT1032190036)が実施された。Primary endpointは開腹移行率、secondary endpointとして他の安全性や有効性の評価項目が設定されている。現在症例登録は終了しており、本邦発のエビデンスが期待される。今後は、症例数の増加とともにRCTを実施することが、強固なエビデンスの構築には必要であると考えられる。

実際の手術において、結腸癌手術は直腸癌手術以上に術式のバリエーションが多く、従来のLSではポート配置、アプローチ方法において施設ごとの多様性が大きい。特に横行結腸癌、脾彎曲部癌などは解剖学的な複雑性や疾患頻度の低さから手術手技の定型化が難しいとされており、RSにおいてもいかに手術手技を定型化していくかが今後の課題となるであろう。また、過去のLSに関する多くの大規模RCTにおいて横行結腸癌³⁹⁻⁴¹⁾や下行結腸癌⁴⁰⁾は対象から除外されてきた。これは、横行結腸癌や下行結腸癌に対するLSの技術的難度の高さが大きな要因である。RSはLSの技術的困難性を克服しようと期待され、今後RSの有用性の検証のためには、これらの技術的難易度の高いとされる結腸癌に対する治療成績も評価していかなければならない。

今後の展望

現在のRSの最大の問題点は高額なコストである²⁾⁴²⁾⁴³⁾。その原因としては、高額な機器購入費、維持費、手術室の使用時間の長時間化などが挙げられている。現在は複数の手術支援ロボットが実臨床で使用されているが、Da Vinciが最も大きなシェアを占めている。一方、2020年11月に国内企業であるメディカロイド社からhinotori™ Surgical Robot Systemが発表された。2022年5月の段階では、hinotori™での保険収載となる術式は泌尿器科領域の手術に限られているものの、今後の消化器外科領域での使用も期待されている。他にも、国内外で新たな手術支援ロボットの開発が現在進行中であり、企業間の競合による将来的な手術支援ロボットの低価

格化が期待される⁴⁰⁾。また、現在のロボットにはない機能を備えた新型手術支援ロボットは、さらなる治療成績の向上につながりうるであろう。

さらに、将来的には、高速大容量通信、低遅延が可能となるデータ転送技術や安定したネットワーク環境を確立することで、手術支援ロボットを用いた遠隔（オンライン）手術が可能となることが想定される。現在、遠隔手術の実証実験は開始されており、医療格差の是正、医師不足の解消、手術教育等に寄与することが期

待される。

結 語

大腸癌治療におけるRSの現状について概説した。今後大腸癌に対するRSは国内外でさらに増加していくと予測されるが、適宜治療成績、有用性を検討し、我々の実施する手術の妥当性について評価していくことが必要不可欠である。

開示すべき潜在的利益相反状態はない。

文 献

- 1) 勝野 秀捺, 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. 大腸癌に対するロボット手術導入. 日消外会誌, 43: 1002-1006, 2010.
- 2) Jayne D, Pigazzi A, Marshall H, Croft J, Corrigan N, Copeland J, Quirke P, West N, Rautio T, Thomassen N, Tilney H, Gudgeon M, Bianchi PP, Edlin R, Hulme C, Brown J. Effect of Robotic-Assisted vs Conventional Laparoscopic Surgery on Risk of Conversion to Open Laparotomy Among Patients Undergoing Resection for Rectal Cancer: The ROLARR Randomized Clinical Trial. *JAMA*, 318: 1569-1580, 2017.
- 3) 大腸癌研究会. 大腸癌治療ガイドライン : 医師用: 金原出版; 2022.
- 4) Matsuyama T, Endo H, Yamamoto H, Takemasa I, Uehara K, Hanai T, Miyata H, Kimura T, Hasegawa H, Kakeji Y, Inomata M, Kitagawa Y, Kinugasa Y. Outcomes of robot-assisted versus conventional laparoscopic low anterior resection in patients with rectal cancer: propensity-matched analysis of the National Clinical Database in Japan. *BJs Open*, 5: zrab083, 2021.
- 5) Ohtani H, Maeda K, Nomura S, Shinto O, Mizuyama Y, Nakagawa H, Nagahara H, Shibutani M, Fukuoka T, Amano R, Hirakawa K, Ohira M. Meta-analysis of Robot-assisted Versus Laparoscopic Surgery for Rectal Cancer. *In Vivo*, 32: 611-623, 2018.
- 6) Huang Y-J, Kang Y-N, Huang Y-M, Wu ATH, Wang W, Wei P-L. Effects of laparoscopic vs robotic-assisted mesorectal excision for rectal cancer: An update systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Asian J Surg*, 42: 657-666, 2019.
- 7) Li L, Zhang W, Guo Y, Wang X, Yu H, Du B, Yang X, Luo Y. Robotic Versus Laparoscopic Rectal Surgery for Rectal Cancer: A Meta-Analysis of 7 Randomized Controlled Trials. *Surg Innov*, 26: 497-504, 2019.
- 8) Kim MJ, Park SC, Park JW, Chang HJ, Kim DY, Nam B-H, Sohn DK, Oh JH. Robot-assisted Versus Laparoscopic Surgery for Rectal Cancer. *Ann Surg*, 267: 243-251, 2018.
- 9) Simillis C, Lal N, Thoukididou SN, Kontovounisios C, Smith JJ, Hompes R, Adamina M, Tekkis PP. Open Versus Laparoscopic Versus Robotic Versus Transanal Mesorectal Excision for Rectal Cancer: A Systematic Review and Network Meta-analysis. *Ann Surg*, 270: 59-68, 2019.
- 10) Qiu H, Yu D, Ye S, Shan R, Ai J, Shi J. Long-term oncological outcomes in robotic versus laparoscopic approach for rectal cancer: A systematic review and meta-analysis. *Int J Surg*, 80: 225-230, 2020.
- 11) Yamaguchi T, Kinugasa Y, Shiomi A, Kagawa H, Yamakawa Y, Furuatni A, Manabe S, Yamaoka Y, Hino H. Short- and long-term outcomes of robotic-assisted laparoscopic surgery for rectal cancer: results of a single high-volume center in Japan. *Int J Colorectal Dis*, 33: 1755-1762, 2018.
- 12) Wang G, Wang Z, Jiang Z, Liu J, Zhao J, Li J. Male urinary and sexual function after robotic pelvic autonomic nerve-preserving surgery for rectal cancer. *Int J Med Robot*, 13, 2017.
- 13) Broholm M, Pommegaard HC, Gogenur I. Possible benefits of robot-assisted rectal cancer surgery regarding urological and sexual dysfunction: a systematic review and meta-analysis. *Colorectal Dis*, 17: 375-381, 2015.

- 14) Li X, Wang T, Yao L, Hu L, Jin P, Guo T, Yang K. The safety and effectiveness of robot-assisted versus laparoscopic TME in patients with rectal cancer: A meta-analysis and systematic review. *Medicine (Baltimore)*, 96: e7585, 2017.
- 15) Kim HJ, Choi GS, Park JS, Park SY, Yang CS, Lee HJ. The impact of robotic surgery on quality of life, urinary and sexual function following total mesorectal excision for rectal cancer: a propensity score-matched analysis with laparoscopic surgery. *Colorectal Dis*, 20: O103-O113, 2018.
- 16) Kim JY, Kim NK, Lee KY, Hur H, Min BS, Kim JH. A comparative study of voiding and sexual function after total mesorectal excision with autonomic nerve preservation for rectal cancer: laparoscopic versus robotic surgery. *Ann Surg Oncol*, 19: 2485-2493, 2012.
- 17) Yamaoka Y, Kagawa H, Shiomi A, Yamakawa Y, Hino H, Manabe S, Kinugasa Y. Robotic-assisted surgery may be a useful approach to protect urinary function in the modern era of diverse surgical approaches for rectal cancer. *Surg Endosc*, 35: 1317-1323, 2021.
- 18) Park SY, Choi GS, Park JS, Kim HJ, Ryuk JP. Short-term clinical outcome of robot-assisted intersphincteric resection for low rectal cancer: a retrospective comparison with conventional laparoscopy. *Surg Endosc*, 27: 48-55, 2013.
- 19) Panteleimonitis S, Pickering O, Abbas H, Harper M, Kandala N, Figueiredo N, Qureshi T, Parvaiz A. Robotic rectal cancer surgery in obese patients may lead to better short-term outcomes when compared to laparoscopy: a comparative propensity scored match study. *Int J Colorectal Dis*, 33: 1079-1086, 2018.
- 20) Shiomi A, Kinugasa Y, Yamaguchi T, Kagawa H, Yamakawa Y. Robot-assisted versus laparoscopic surgery for lower rectal cancer: the impact of visceral obesity on surgical outcomes. *Int J Colorectal Dis*, 31: 1701-1710, 2016.
- 21) Yamaguchi T, Kinugasa Y, Shiomi A, Kagawa H, Yamakawa Y, Furutani A, Manabe S, Yamaoka Y, Hino H. Oncological outcomes of robotic-assisted laparoscopic versus open lateral lymph node dissection for locally advanced low rectal cancer. *Surg Endosc*, 32: 4498-4505, 2018.
- 22) Morohashi H, Sakamoto Y, Miura T, Kagiya T, Ogasawara K, Takahashi Y, Sato K, Hara Y, Ogasawara H, Hakamada K. Short-term outcomes of robotic-assisted laparoscopic versus laparoscopic lateral lymph node dissection for advanced lower rectal cancer. *Surg Endosc*, 35: 5001-5008, 2021.
- 23) Yamaguchi T, Kinugasa Y, Shiomi A, Tomioka H, Kagawa H. Robotic-assisted laparoscopic versus open lateral lymph node dissection for advanced lower rectal cancer. *Surg Endosc*, 30: 721-728, 2016.
- 24) Hino H, Yamaguchi T, Kinugasa Y, Shiomi A, Kagawa H, Yamakawa Y, Numata M, Furutani A, Yamaoka Y, Manabe S, Suzuki T, Kato S. Robotic-assisted multivisceral resection for rectal cancer: short-term outcomes at a single center. *Tech Coloproctol*, 21: 879-886, 2017.
- 25) Shin US, Nancy You Y, Nguyen AT, Bednarski BK, Messick C, Maru DM, Dean EM, Nguyen ST, Hu CY, Chang GJ. Oncologic Outcomes of Extended Robotic Resection for Rectal Cancer. *Ann Surg Oncol*, 23: 2249-2257, 2016.
- 26) Tanida T, Ikenaga M, Ueda M, Ko M, Iede K, Tsuda Y, Nakashima S, Matsuyama J, Yamada T. [A Case of Robotic-Assisted Total Pelvic Exenteration for Locally Advanced Rectal Cancer Invading the Prostate]. *Gan To Kagaku Ryoho*, 49: 453-455, 2022.
- 27) Kazi M, Kumar NAN, Rohila J, Sukumar V, Engineer R, Ankathi S, Desouza A, Saklani A. Minimally invasive versus open pelvic exenterations for rectal cancer: a comparative analysis of perioperative and 3-year oncological outcomes. *BJS Open*, 5: zrab074, 2021.
- 28) 福与 涼介, 馬場 裕信, 松山 貴俊, 菊池 章史, 山内 慎一, 高岡 亜弓, 松宮 由利子, 山本 雄大, 徳永 正則, 絹笠 祐介. 大腸癌に対するロボット支援下腹腔鏡下結腸右半切除術の2例. *日消外会誌*, 53: 164-171, 2020.
- 29) Allaix ME, Degiuli M, Bonino MA, Arezzo A, Mistrangelo M, Passera R, Morino M. Intracorporeal or Extracorporeal Ileocolic Anastomosis After Laparoscopic Right Colectomy: A Double-blinded Randomized Controlled Trial. *Ann Surg*, 270: 762-767, 2019.
- 30) Bollo J, Turrado V, Rabal A, Carrillo E, Gich I, Martinez MC, Hernandez P, Targarona E. Randomized clinical trial of intracorporeal versus extracorporeal anastomosis in laparoscopic right colectomy (IEA trial). *Br J Surg*, 107: 364-372, 2020.
- 31) Park JS, Kang H, Park SY, Kim HJ, Woo IT, Park IK, Choi GS. Long-term oncologic after robotic versus laparoscopic right colectomy: a prospective randomized study. *Surg Endosc*, 33: 2975-2981, 2019.
- 32) Park JS, Choi GS, Park SY, Kim HJ, Ryuk JP.

- Randomized clinical trial of robot-assisted versus standard laparoscopic right colectomy. *Br J Surg*, 99: 1219-1226, 2012.
- 33) Ma S, Chen Y, Chen Y, Guo T, Yang X, Lu Y, Tian J, Cai H. Short-term outcomes of robotic-assisted right colectomy compared with laparoscopic surgery: A systematic review and meta-analysis. *Asian J Surg*, 42: 589-598, 2019.
- 34) Solaini L, Bazzocchi F, Cavaliere D, Avanzolini A, Cucchetti A, Ercolani G. Robotic versus laparoscopic right colectomy: an updated systematic review and meta-analysis. *Surg Endosc*, 32: 1104-1110, 2018.
- 35) Cuk P, Kjaer MD, Mogensen CB, Nielsen MF, Pedersen AK, Ellebaek MB. Short-term outcomes in robot-assisted compared to laparoscopic colon cancer resections: a systematic review and meta-analysis. *Surg Endosc*, 36: 32-46, 2022.
- 36) Solaini L, Cavaliere D, Pecchini F, Perna F, Bazzocchi F, Avanzolini A, Marchi D, Checcacci P, Cucchetti A, Coratti A, Piccoli M, Ercolani G. Robotic versus laparoscopic right colectomy with intracorporeal anastomosis: a multicenter comparative analysis on short-term outcomes. *Surg Endosc*, 33: 1898-1902, 2019.
- 37) Sorgato N, Mammano E, Contardo T, Vittadello F, Sarzo G, Morpurgo E. Right colectomy with intracorporeal anastomosis for cancer: a prospective comparison between robotics and laparoscopy. *J Robot Surg*, 16: 655-663, 2022.
- 38) Spinoglio G, Bianchi PP, Marano A, Priora F, Lenti LM, Ravazzoni F, Petz W, Borin S, Ribero D, Formisano G, Bertani E. Robotic Versus Laparoscopic Right Colectomy with Complete Mesocolic Excision for the Treatment of Colon Cancer: Perioperative Outcomes and 5-Year Survival in a Consecutive Series of 202 Patients. *Ann Surg Oncol*, 25: 3580-3586, 2018.
- 39) Guillou PJ, Quirke P, Thorpe H, Walker J, Jayne DG, Smith AMH, Heath RM, Brown JM. Short-term endpoints of conventional versus laparoscopic-assisted surgery in patients with colorectal cancer (MRC CLASICC trial): multicentre, randomised controlled trial. *Lancet*, 365: 1718-1726, 2005.
- 40) Kitano S, Inomata M, Mizusawa J, Katayama H, Watanabe M, Yamamoto S, Ito M, Saito S, Fujii S, Konishi F, Saida Y, Hasegawa H, Akagi T, Sugihara K, Yamaguchi T, Masaki T, Fukunaga Y, Murata K, Okajima M, Moriya Y, Shimada Y. Survival outcomes following laparoscopic versus open D3 dissection for stage II or III colon cancer (JCOG0404): a phase 3, randomised controlled trial. *Lancet Gastroenterol Hepatol*, 2: 261-268, 2017.
- 41) The Colon Cancer Laparoscopic or Open Resection Study Group. Survival after laparoscopic surgery versus open surgery for colon cancer: long-term outcome of a randomised clinical trial. *Lancet Oncol*, 10: 44-52, 2009.
- 42) Rondelli F, Balzarotti R, Villa F, Guerra A, Avenia N, Mariani E, Bugiantella W. Is robot-assisted laparoscopic right colectomy more effective than the conventional laparoscopic procedure? A meta-analysis of short-term outcomes. *Int J Surg*, 18: 75-82, 2015.
- 43) Merola G, Sciuto A, Pirozzi F, Andreuccetti J, Pignata G, Corcione F, Milone M, De Palma GD, Castaldo R, Pecchia L, Ceccarelli G, Bracale U. Is robotic right colectomy economically sustainable? a multicentre retrospective comparative study and cost analysis. *Surg Endosc*, 34: 4041-4047, 2020.
- 44) 松山 貴俊, 絹笠 祐介, 徳永 正則, 中島 康晃. 【大腸外科領域における鏡視下手術の最前線 (ロボットを含む)】ロボット支援下直腸手術の現状と未来. *日本大腸肛門病会誌*, 72: 567-574, 2019.

著者プロフィール



日野 仁嗣 Hitoshi Hino

所属・職： 静岡県立静岡がんセンター大腸外科・医長
 略 歴： 2006年 3月 京都府立医科大学医学部 卒業
 2006年 4月 大阪府済生会吹田病院 研修医
 2007年 4月 京都府立医科大学附属病院 研修医
 2008年 4月 市立奈良病院 外科
 2010年 4月 京都府立医科大学消化器外科
 2011年 4月 京都府立医科大学大学院
 2015年 4月 静岡県立静岡がんセンター大腸外科 レジデント
 2018年 4月 静岡県立静岡がんセンター大腸外科 副医長
 2020年 4月～現職

専門分野： 大腸外科, 腹腔鏡手術, 機能温存手術, ロボット手術

- 主な業績： 1. Hitoshi Hino, Akio Shiomi, Keiichi Hatakeyama, Hiroyasu Kagawa, Shoichi Manabe, Yusuke Yamaoka, Takeshi Nagashima, Keiichi Ohshima, Kenichi Urakami, Yasuto Akiyama, Ken Yamaguchi. Comprehensive genetic characterization of rectal cancer in a large cohort of Japanese patients: differences according to tumor location *J Gastroenterol*, **57**: 476-485, 2022.
2. Marie Hanaoka, Hitoshi Hino, Akio Shiomi, Hiroyasu Kagawa, Shoichi Manabe, Yusuke Yamaoka, Shunichiro Kato, Shinichi Yamauchi, Yusuke Kinugasa, Kenichi Sugihara. The Eastern Cooperative Oncology Group Performance Status as a prognostic factor of stage I-III colorectal cancer surgery for elderly patients: a multi-institutional retrospective analysis *Surg Today*, **52**: 1081-1089, 2022.
3. Hitoshi Hino, Akio Shiomi, Hiroyasu Kagawa, Shoichi Manabe, Yusuke Yamaoka, Shunichiro Kato, Marie Hanaoka. Neoadjuvant chemoradiotherapy for borderline resectable low rectal cancer: short- and long-term outcomes at a single Japanese center *Surg Today*, **52**: 1072-1080, 2022.
4. Tadahiro Kojima, Hitoshi Hino, Akio Shiomi, Hiroyasu Kagawa, Yusuke Yamaoka, Shoichi Manabe, Shunichiro Kato, Marie Hanaoka. Comparison between robotic-assisted and laparoscopic sphincter-preserving operations for ultra-low rectal cancer *Ann Gastroenterol Surg*: Early View, 2022.
5. 日野 仁嗣, 塩見 明生, 賀川 弘康. 開腹骨盤内臓全摘術 *臨床外科*, **77**: 541-546, 2022.
6. Shunsuke Kasai, Hitoshi Hino, Akio Shiomi, Hiroyasu Kagawa, Shoichi Manabe, Yusuke Yamaoka, Shunichiro Kato, Marie Hanaoka, Yusuke Kinugasa. Robotic-assisted surgery for rectal cancer with situs inversus totalis: A case report *Asian J Endosc Surg*: Epub, 2021.
7. Marie Hanaoka, Hitoshi Hino, Akio Shiomi, Hiroyasu Kagawa, Shoichi Manabe, Yusuke Yamaoka, Shunichiro Kato, Yusuke Kinugasa. Minimally invasive surgery for colorectal cancer with persistent descending mesocolon: radiological findings and short-term outcomes *Surg Endosc*, **35**: 2797-2804, 2021.
8. 日野 仁嗣, 塩見 明生. 右側横行結腸癌の腹腔鏡下D3郭清手術-内側アプローチ *臨床外科*, **76**: 960-966, 2021.
9. 名西 健二, 日野 仁嗣, 塩見 明生, 大石 琢磨, 賀川 弘康, 眞部 祥一, 山岡 雄祐, 陳 開, 前田 周良, 小嶋 忠浩, 塩井 生馬. 尿管転移を伴ったS状結腸癌の1例 *日本大腸肛門病学会誌*, **74**: 509-514, 2021.
10. 塩井 生馬, 日野 仁嗣, 塩見 明生, 山本 有祐, 賀川 弘康, 山岡 雄祐, 眞部 祥一, 加藤 俊一郎, 杉浦 禎一, 上坂 克彦. 十二指腸浸潤を伴う上行結腸癌に対し温存十二指腸切除術を施行した2例 *日本消化器外科学会雑誌*, **54**: 57-65, 2021.
11. Tadahiro Kojima, Hitoshi Hino, Akio Shiomi, Hiroyasu Kagawa, Yusuke Yamaoka, Shoichi Manabe, Marie Hanaoka, Shunichiro Kato. Surgical Outcomes of Laparoscopic and Open D3 Dissection for Clinical Stage II/III Descending Colon Cancer *Anticancer Res*, **40**: 1731-1737, 2020.
12. 日野 仁嗣, 塩見 明生. 腹腔鏡下左側結腸癌手術における術中出血の予防と対処法 *手術*, **74**: 1097-1104, 2020.
13. Kentaro Saito, Hitoshi Hino, Akio Shiomi, Hiroyasu Kagawa, Yushi Yamakawa, Shoichi Manabe, Yusuke Yamaoka. Laparoscopic high anterior resection for rectal cancer with rare variations of the left renal vessels: A case report *Asian J Endosc Surg*, **13**: 111-113, 2020.
14. Hitoshi Hino, Akio Shiomi, Masatoshi Kusuvara, Hiroyasu Kagawa, Yushi Yamakawa, Keiichi Hatakeyama, Takanori Kawabata, Takuma Oishi, Kenichi Urakami, Takeshi Nagashima, Yusuke Kinugasa, Ken Yamaguchi. Clinicopathological and mutational analyses of colorectal cancer with mutations in the POLE gene *Cancer Med*, **8**: 4587-4597, 2019.
15. Hitoshi Hino, Tomohiro Yamaguchi, Yusuke Kinugasa, Akio Shiomi, Hiroyasu Kagawa, Yushi Yamakawa, Masakatsu Numata, Akinobu Furutani, Yusuke Yamaoka, Shoichi Manabe, Takuya Suzuki, Shunichiro Kato. Robotic-assisted multivisceral resection for rectal cancer: short-term outcomes at a single center *Tech Coloproctol*, **21**: 879-886, 2017.
16. Hitoshi Hino, Tomohiro Yamaguchi, Yusuke Kinugasa, Akio Shiomi, Hiroyasu Kagawa, Yushi Yamakawa, Masakatsu Numata, Akinobu Furutani, Takuya Suzuki, Kakeru Torii. Relationship between stoma creation route for end colostomy and parastomal hernia development after laparoscopic surgery *Surg Endosc*, **31**: 1966-1973, 2017.
17. 日野 仁嗣, 絹笠 祐介, 塩見 明生, 山口 智弘, 賀川 弘康, 山岡 雄士. 前立腺の(部分)温存と合併切除手術 *手術*, **71**: 1273-1279, 2017.
18. 日野 仁嗣, 絹笠 祐介, 塩見 明生, 山口 智弘, 賀川 弘康, 山岡 雄士, 沼田 正勝, 古谷 見伸. 腹腔鏡下結腸右半切除術における剥離層の選択 *臨床外科*, **72**: 804-809, 2017.
19. Hitoshi Hino, Hiroyasu Kagawa, Yusuke Kinugasa, Akio Shiomi, Tomohiro Yamaguchi, Yushi Yamakawa, Masakatsu Numata, Teiichi Sugiura, Katsuhiko Uesaka. Long-term survival with surgery for metachronous retroperitoneal lymph node and pancreatic metastases after curative resection of rectal cancer: a case report *Surg Case Rep*, **2**: 49, 2016.

* 2016年以降, first authorもしくはcorresponding authorを記載