

遠隔手術ガイドラインの検討
（H30－医療－指定－018）

（研究分担者 森 正樹・一般社団法人日本外科学会・理事長）

研究要旨

社会の高齢化により医療ニーズが高まると同時に、医師不足、医師の偏在が問題となっている。近年、情報通信機器は、その技術の飛躍的な進展とともに急速に利用法が拡大している。情報通信機器を利用した遠隔医療は、医師不足、医師の偏在が問題となっている地域における有用な手段となり得る。

遠隔医療の中でも、ロボットを利用したオンライン手術、遠隔手術については実現のハードルが高く、その安全性を確実に担保する必要がある。オンライン手術、遠隔手術ガイドラインを作成するための準備を行った。

A. 研究目的

令和元年度のオンライン診療の指針改定を受け、オンライン診療の一部として、手術を行う現場に医師がいる場合の遠隔手術が医師法において整理された。今後は外科手術がさらに高度化し、地方と都市部において受けられる手術の差が生じることは疑いようがなく、日本各地での手術の質を均てん化する観点から、遠隔手術を適切に活用する意義は高まることが予想される。したがって、遠隔手術を整備するにあたっては、安全面、倫理面、通信体制など適切な提供体制を整理したガイドラインを作成する必要がある。適応対象などを含め、日本外科学会を中心にまとめ、素案に基づき実証を行い、実臨床で活用できるガイドラインを作成することを本研究の目的とする。

B. 研究方法

- ① 安全面、倫理面、通信体制など適切な提供体制を調査する
オンライン手術が安全に提供できる通信システム、手術機器の要件について、海外の状況も調査し明確化。
- ② 遠隔手術ガイドラインの作成
調査結果を踏まえ、ガイドラインを作成する。

（倫理面への配慮）

本研究は個人情報を使用しておらず該当なし。

C. 研究結果

遠隔手術を実施するため、ロボットの遠隔操作で生じる遅延の手術操作に対する影響の検討を行った。

リバーフィールド社製ロボットの操作側と実機側に人為的に遅延を生じさせる機器を接続し、各種操作を複数の術者で行った。その結果、操作の遅延が70msecを超えると、誤操作が生じる比率が高くなることが明らかとなった。

実際のロボットの遠隔操作には、使用するネットワークの種別や通信遅延が問題であることが明かとなり、それ以外にも複数の課題が抽出できた。今後は以下に挙げるように、それぞれの課題についてさらに検討を進める予定である。

- 1) 遠隔手術による遅延の影響を明かにする「次世代ロボットに係る通信技術に関する研究開発」、
 - 2) クローズドネットワークを使いロボット信号の送信限界を検討する「手術支援ロボットを用いた遠隔手術の実証研究」、
 - 3) オープンネットワークでの遠隔手術を検証する「遠隔手術の社会実装に向けた実証研究」、
 - 4) 遠隔手術の経済性を検討する「遠隔手術の通信環境構築に係る経済性の検討」および、
 - 5) ガイドライン作成「遠隔手術実施のためのガイドライン策定」
- 今後は、AMED「手術支援ロボットを用いた遠隔手術のガイドライン策定に向けた実証研究」で研究を継続していく予定である。

D. 考察

遠隔手術の実現のためには、可能な限り遅延のない、セキュリティの高い通信環境が必要である。2001年に大西洋を隔てて行われた手術の通信速度は10Mbpsであり、タイムラグは0.2秒以下とされていた。この数値は現実的なものではなく、実際の手術では0.2秒の遅延は致命的な手術ミスにつながる可能性がある。現在実用化されつつある5G回線は、100Mbps-10Gbps程度の通信が可能であり、通信環境としてはかなり改善される可能性がある。しかし病院間の通信では、安定した通信である光ファイバーケーブルを使用した環境が適している。学術情報ネットワーク(SINET)は、日本全国の大学、研究機関等の学術情報基盤として、国立情報学研究所(NII)が構築、運用している情報通信ネットワークである。SINETでは100Gbpsの高速ネットワークの実現されており、セキュリティも高い。これら回線を基本として、手術に必要な通信環境を確立する必要がある。実際の現場では、通信回線の中継などもあり得るため、遅延による影響、情報セキュリティ対策などを詳細に検討する必要がある。

F. 健康危険

G. 研究発表

1. 論文発表

- 1) In Vivo. 2020 Nov-Dec;34(6):3533-3538 Ando K, Kuriyama N, Fujimoto Y, Jogo T, Hokonohara K, Hu Q, Hisamatsu Y, Nakanishi R, Nakashima Y, Kimura Y, Oki E, Mori M. New Anastomosis Technique to Prevent Anastomotic Leakage in Laparoscopic Anterior Resection for Rectal Cancer, Especially Upper Rectal Cancer
- 2) Ann Med Surg (Lond). 2020 Oct 12;60:9-13 Kimura Y, Saeki H, Hu Q, Hisamatsu Y, Matsuo M, Yoshida S, Oki E, Yasumatsu R, Kadota H, Mori M. Thoracoscopic esophagectomy in total pharyngolaryngoesophagectomy for esophageal cancer
- 3) Surg Today. 2020 Sep 17. doi: 10.1007/s00595-020-02140-1. Hisamatsu Y, Kuriyama N, Fujimoto Y, Jogo T, Hu Q, Hokonohara K, Nakanishi R, Ando K, Kimura Y, Oki E, Mori M. Indications for laparoscopic surgery for older rectal cancer patients with comorbidities

- 4) Asian J Endosc Surg. 2021 Jan;14(1):81-84. Ishida T, Takahashi T, Miyazaki Y, Kurokawa Y, Tanaka K, Makino T, Yamasaki M, Nakajima K, Mori M, Doki Y. Laparoscopic gastrectomy for heart failure patients with left ventricular assist devices.
- 5) World J Surg. 2020 Jul;44(7):2332-2339. Ushimaru Y, Kurokawa Y, Takahashi T, Saito T, Yamashita K, Tanaka K, Makino T, Yamasaki M, Nakajima K, Mori M, Doki Y. Is Laparoscopic Gastrectomy More Advantageous for Elderly Patients Than for Young Patients with Resectable Advanced Gastric Cancer?
- 6) Asian J Endosc Surg. 2020 Oct;13(4):569-573 Teranishi R, Miyoshi N, Kido K, Nishide M, Fujino S, Ogino T, Takahashi H, Uemura M, Matsuda C, Mizusima T, Mori M, Doki Y. Single-incision laparoscopic colectomy for ascending colon tumor with relapsing polychondritis.
- 7) 沖 英次、安藤幸滋、諸橋 一、海老原裕磨、袴田健一、平野 聡、森 正樹：遠隔手術のこれまでとこれから、日本が目指す遠隔外科診療の将来 第24回日本遠隔医療学会 シンポジウム 2021年2月11日～13日
- 8) 沖 英次、絹笠祐介、川嶋健嗣、菅野貴皓、諸橋 一、海老原裕磨、袴田健一、平野 聡、森 正樹：ロボット手術支援システムと遠隔外科診療を用いた新しい教育システムの確立：第33回日本内視鏡外科学会 緊急特別企画 2021年3月11～13日

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし