

論文審査の要旨(甲)

申請者領域・分野 氏名	腫瘍制御科学領域 消化器外科学教育研究分野 氏名 高橋義也
指導教授氏名	袴田健一
論文審査担当者	主 査 掛田伸吾 副 査 横山良仁 副 査 畠山真吾
<p>(論文題目) Reappraisal of telesurgery in the era of high-speed, high-bandwidth, secure communications: Evaluation of surgical performance in local and remote environments (高速回線、高通信帯域、安全なセキュリティが構築された昨今における、遠隔手術の再評価: 非遠隔環境と遠隔環境の比較評価)</p> <p>(論文審査の要旨) 【目的】一般商用回線と新規国産手術ロボット hinotori™を用いて、遠隔手術の実現可能性を明らかにするとともに、遠隔手術の基本要件である許容可能な遅延時間と画像圧縮の閾値を明らかにすることを目的に検討を行った。【方法】約 150km 離れた 2 つの施設に設置した surgeon cockpit (SC) と operation unit (OU) を 200Mbps の帯域保証型回線で接続し、通信の安定性 (使用帯域、通信遅延時間、揺らぎ、通信欠損等) を検証したのち、外科医を被験者としてペグボードおよび人工臓器モデルを用いて、手術時間、操作性の主観的評価を行った。次いで、手術室内で SC と OU 間に遅延発生装置と伝送データの圧縮度を可変できるエンコーダーを介在させて擬似的な遠隔手術環境を構築し、通信遅延 (30msec、50msec、100msec、150msec) および画像圧縮 (120Mbps、60Mbps、30Mbps、20Mbps、10Mbps) の設定で、ブタを用いた胃切除術、直腸切除術、胆嚢摘出術、大血管止血術を実施した。熟練ロボット外科医 (プロクター) を被験者として、盲検下に遅延時間と圧縮度を可変させ、操作性評価をもとに許容遅延時間と画像圧縮度の閾値を調べた。次にデュアル SC を用いてプロクター側のみ遅延時間と圧縮度を可変させ、プロクターと指導を受ける外科専攻医 (オペレーター) について、双方の操作性を評価した。【結果】遠隔環境検証では、全てのタスクが完遂され、タスク完了時間やエラー数、操作性、画像劣化度、術者疲労度について非遠隔環境と遠隔環境の間に差はなかった。擬似的遠隔手術環境での操作性スコアは、通信遅延 30msec と 50msec に対して、100msec と 150msec では低評価であった。画像圧縮の程度は手術操作に影響を与えなかった。デュアル SC による手術支援では、プロクターは 150msec 以上の通信遅延に低評価を与えたが、オペレーターは 200msec の遅延でも高く評価した。【結論】新規国産手術ロボットと商用通信回線を用いてロボット遠隔手術の実施が可能と考えられた。プロクターにおける遠隔手術と遠隔指導介入には、通信遅延速度に閾値が存在した。以上、本研究は遠隔診療の進歩に新たな知見を与えるものであり学位授与に値する。</p>	
公表雑誌等名	Ann Gastroenterol Surg. 2022 Aug 12;7(1):167-174. doi: 10.1002/ags3.12611.