

R42-5 折り畳み式小型人型ロボットハンドによる腹腔鏡下大腸手術の開発

東海大学八王子病院消化器外科¹⁾, 横浜国立大学理工学部機械工学・材料系学科²⁾, 電気通信大学情報理工学研究所³⁾, 東海大学医学部付属病院消化器外科⁴⁾
向井正哉¹⁾, 横山大樹¹⁾, 小池卓也¹⁾, 長谷川小百合¹⁾, 宇田周司¹⁾, 吉井久倫¹⁾, 和泉秀樹¹⁾, 野村栄治¹⁾, 幕内博康^{1,4)}, 吉田宏輝²⁾, 加藤 龍²⁾, 横井浩史³⁾

現在でも欧米や中東では盛んに用手補助腹腔鏡下手術 (HALS) が行われており, 本邦でも再び注目を集めている。HALS は従来の腹腔鏡下手術に比し, 1) 手術時間が短い, 2) 触診/触覚が得られ, 腫瘍径が大きく重い腫瘍でも愛護的操作が可能, 3) 低コストで合併症や生存成績等は定型開腹と同等の利点がある (tes.tokai.ac.jp/oncs-hp/hals-rg)。そこで大腸癌症例に積極的に HALS を導入し 500 症例以上を経験し良好な成績を報告してきた (Oncol Lett, 2015/2017 他)。約 40-50mm の小切開先行で, 結腸は 2 穴のみ, 直腸は 3 穴で大腸癌全術式に対応している。しかし HALS では, 1) 小切開創が 35mm 以下にならない, 2) 手指が熱い, 3) 手関節可動域に制限がある。これらの問題を解決するため, 自分の手のように操作できる小児程の 5 指多関節型ロボットハンドに着目し, 2013 年より医工連携し次世代型ロボット HALS が臨床応用可能かどうかを検討している。臓器や組織を愛護的に掴む, 摘む, 握る, 牽引/圧排するといった多様な操作を一つのデバイスで実現する為には, 人の手に近い多くの運動自由度を持ったエンドエフェクタとそれらを用意に操作可能なインターフェースが必要となる。これまで複数の産業特許を取得し (2012-249674/2011-245575/2010-082342) 開発考案されてきたマスタースレーブシステムを改良し, 壊れにくさと関節の柔らかさを目的として各指関節がバネの力で連結され, 指節端同士が嵌合し折り畳み機能を有するロボットハンドを用いた。手袋 5.0 サイズの 4 号機モデルを用い, 1) 300g の食用鶏胸肉の皮を第 1 指/第 2 指で摘まみ (pinch), 胸肉を 5cm 以上持ち上げる, 2) 胸肉を全 5 指で掴んで (grasp), 5cm 以上持ち上げ 90 度以上回転運動を加える実験を行った。Pinch 成功率は 90% (18/20), Grasp 成功率は 80% (16/20) であった。【まとめ】今回は当科で行っている臍部縦切開 50mm の 3-port HALS による直腸癌/超低位 IO 吻合や Miles 手術をビデオで供覧し, 実際のロボットハンドによる疑似 HALS 手術操作の動作確認や問題点を検討した。現在, Large animal を用いた脾摘や直腸切除術の実現に向け手術室で電気デバイスを用いて dry box 内 (胸肉) トレーニングを行っており, 学内動物実験倫理委員会の承認が得られたところである。