

授与機関名 順天堂大学

学位記番号 甲第 2866 号

Machine learning-based Automatic Evaluation of Tissue Handling Skills in Laparoscopic Colorectal Surgery: A Retrospective Experimental Study

腹腔鏡下大腸手術における組織愛護性スキルの機械学習による自動評価

佐々木 将磨 (ささき しょうま)

博士 (医学)

論文内容の要旨

腹腔鏡手術において手術技能評価は重要であるが、既存の評価システムは客観性・定量性の欠如、評価者の負担が大きいという課題を有する。そのため機械学習を用いた自動評価が有用である可能性がある。

我々は、腹腔鏡下大腸手術の手術動画を用いて、術野内の血液の広がりを実自動的に定量化する機械学習モデルを開発し、開発したモデルで測定された指標が、手術技能の一要素である組織愛護性の評価に使用できるか否か妥当性を検証することを目的とした研究を行った。

国内多施設から集積した腹腔鏡大腸手術の手術動画から画面上の血液領域と非血液領域を抽出した。それぞれの領域を構成するピクセルの RGB 情報を参照し、RGB 情報を教師データとして血液領域と非血液領域を分別する機械学習モデルを開発した。妥当性評価のために、日本内視鏡外科学会技術認定審査に提出された手術動画の中から①組織愛護性レベルが高い群、②低い群の手術動画、それとは別に③初心者外科医群の手術動画、と組織愛護性レベルが異なる3群の手術動画を準備した。手術動画を静止画に分割し開発した機械学習モデルに血液ピクセル数をカウントさせ、血液ピクセル数を3群間で比較した。3群間比較には one-way ANOVA を用い、統計学的有意差が検出されたときに各2群間比較を Tukey 法で行った。すべての検定は両側検定とし、有意水準を5%に設定した。

血液ピクセル分類タスクに対する機械学習モデルの精度は85.7%であった。組織愛護性が高いグループは血液ピクセル数が最も少なく、初心者外科医グループは最も多かった(mean [SD]: 組織愛護性が高い群 20972.23 [19287.05] vs. 組織愛護性が低い群 34473.42 [28144.29] vs. 初心者外科医群 50630.04 [42427.76]、 $P < 0.01$)。いずれの2群間でも統計学的有意差を認められた。

RGB 情報を用いて腹腔鏡下大腸手術画面上の血液ピクセルを測定する機械学習モデルを開発した。これを用いて測定された血液ピクセル数は、外科医の組織愛護性スキルと有意に相関した。